Системные аспекты психической деятельности



УРСС

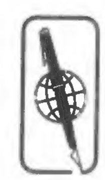
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ МЕДИЦИНСКИХ НАУК
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ им. П. К. АНОХИНА

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ

Ю. И. Александров
А. В. Брушлинский
К. В. Судаков
Е. А. Умрюхин

Системные аспекты психической деятельности

Под общей редакцией
академика Российской академии медицинских наук,
профессора К. В. Судакова



Эдиториал УРСС
Москва, 1999

Настоящее издание осуществлено при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 99-06-16012)

Александров Юрий Иосифович
Брушлинский Андрей Владимирович
Судаков Константин Викторович
Умрюхин Евгений Алексеевич

СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ПСИХИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Под общей ред. акад. РАМН, проф. К. В. Судакова

М.: Эдиториал УРСС, 1999. — 272 с.

ISBN 5-8360-0021-2

Работа посвящена анализу различных проявлений психической деятельности человека и животных с позиций общей теории функциональных систем, предложенной П. К. Анохиным. В отличие от распространенного подхода к психической деятельности с позиций рефлекторной теории и известной схемы — «стимул-реакция», авторы рассматривают психическую деятельность как активный системный процесс, формирующийся доминирующими потребностями живых существ, и их удовлетворением, механизмами памяти и опережающего отражения действительности. Специально рассматриваются вопросы системных основ субъективных переживаний человека. На основе теоретических построений предлагается модель системных механизмов психической деятельности.

Группа подготовки издания:

Директор — Доминго Марин Рикой
Заместители директора — Наталья Финогенова, Ирина Макеева
Компьютерный дизайн — Виктор Романов
Верстка — Ксения Пулькина, Наталия Бекетова
Редакционно-корректурные работы — Елена Кудряшова, Лариса Кирдяшкина
Обработка графики — Елена Ефремова
Обработка текста — Евгений Макаров, Анна Тюрина
Техническая поддержка — Марина Круцко, Наталья Аринчева

Издательство «Эдиториал УРСС». 113208, г. Москва, ул. Чертановская, д. 2/11, к. п. Лицензия ЛР №064418 от 24.01.96 г. Гигиенический сертификат на выпуск книжной продукции №77.ФЦ.8.953.П.270.3.99 от 30.03.99 г. Подписано к печати 07.07.99 г. Формат 60×90/16. Тираж 1000 экз. Печ. л. 17. Зак. № 282.
Отпечатано в ГУП «Облиздат». 248640, г. Калуга, пл. Старый торг, 5.



ISBN 5-8360-0021-2

Авторы посвящают труд
100-летию со дня рождения
выдающегося отечественного физиолога
Петра Кузьмича Анохина

Предисловие

Представляемая читателям книга «Системные аспекты психической деятельности» посвящается 100-летию со дня рождения Петра Кузьмича Анохина, выдающегося отечественного физиолога, автора теории функциональных систем. Теория функциональных систем явилась творческим развитием теории условных рефлексов И. П. Павлова и теории доминанты А. А. Ухтомского.

Системный подход выступил в качестве новой парадигмы, объясняющей общие закономерности процессов жизнедеятельности. Самоорганизующиеся, саморегулирующиеся функциональные системы, все составляющие элементы которых взаимосодействуют достижению полезных для системы и организма в целом результатов, представляют объективно существующую реальность. Функциональные системы, проявляются на разных уровнях жизнедеятельности: молекулярном, гомеостатическом, поведенческом, психическом, популяционном, включая большие системы человеческих общественно-экономических формаций. Системная организация физиологических функций, наряду с распространенным рефлекторным принципом стала самостоятельным принципом для объяснения процессов жизнедеятельности, особенно поведения и психической деятельности человека и животных.

С позиций теории функциональных систем авторы книги рассматривают поведение и психическую деятельность человека на основе системной архитектоники, предложенной П. К. Анохиным, последовательно развертывающейся на структурах мозга при формировании потребности и ее удовлетворения в так называемых «системоквантах» поведения. Системная архитектоника поведенческого и психического актов включает по П. К. Анохину последовательно сменяющие друг друга стадии афферентного синтеза, принятия решения, акцептора результата действия, эфферентный синтез, целенаправленное действие и постоянную оценку параметров достигнутых результатов с помощью обратной афферентации, поступающей к акцептору результатов действия.

Системная архитектоника представляет по П. К. Анохину своеобразный концептуальный мост, позволяющий исследователям наряду с внешним проявлением психической деятельности в поведении и вегетативных процессах, изучать ее внутреннюю, субъективную сущность. Именно эта сторона психической деятельности составила основной предмет настоящей книги. Ведущим свойством системной организации психической деятельности человека и животных является ее выраженный опережающий по отношению к событиям окружающего живые существа мира характер. В соответствии с общей теорией функциональных систем на основе процессов афферентного синтеза, влияния доминирующей мотивации, внешних воздействий и памяти формируются два важных механизма системной организации психической деятельности: принятие решения и предвидение результата деятельности. Формированием аппарата акцептора результата действия, по существу, создается цель и программа поведения и вся деятельность субъекта направляется на достижение этой цели (полезного приспособительного результата), путем постоянного взаимодействия его с различными факторами внешней среды и оценки факторов внешней среды в плане возможного удовлетворения сформированной на стадии афферентного синтеза потребности.

Опережающее программирование психической деятельности строится с помощью механизмов памяти, которые через подкрепляющие воздействия результата фиксируют предшествующие интеграции в виде энграмм поведения. Сформированные энграммы поведения опережающе извлекаются доминирующими мотивациями.

Не менее значимым для объяснения системной организации психической деятельности является развиваемое авторами книги представление П. К. Анохина об «информационных эквивалентах действительности». Согласно этим представлениям мозг отражает реально существующие предметы окружающего субъекта мира с помощью информационных эквивалентов. Свойства объектов внешнего мира трансформируются в субъективную деятельность. Представление о роли информационных процессов в деятельности функциональных систем начало особенно активно развиваться в последнее время. Именно в функциональных системах, как мы полагаем, осуществляется постоянная инфрмационная оценка состояния обеспечиваемых ими полезных приспособительных результатов — разнообразных потребностей и их удовлетворения. Эти процессы оценки результата действия в каждой функциональной системе осуществляются на структурах акцептора результата действия, благодаря наличию в нем опережающих энграмм поведения. Вследствие этого осуществляется информационная оценка потребности и ее удовлетворения. Объективное трансформируется в субъективное.

На структурах акцептора результата действия на информационной основе формируются функциональные системы психической деятельности, истинная природа которых во многих отношениях все еще остается

нераскрытой. В книге делаются скромные попытки приблизиться к решению этих вопросов.

С позиций теории функциональных оказалось возможным приступить к объективному анализу субъективных информационных процессов психической деятельности. Представления о системном квантовании психической деятельности от потребности к ее удовлетворению и об информационных свойствах системной организации психических актов позволили авторам с новых позиций приступить к моделированию функций мозга. В книге рассматривается одна из таких моделей, строяшаяся на основе узловых механизмов системной архитектоники поведенческих актов: афферентном синтезе, доминирующей мотивации, памяти, принятии решения и построения многоуровневого аппарата акцептора результата действия. Предлагаемая модель осуществляет оценку различных стадий психической деятельности человека.

Книга включает четыре раздела. В первом разделе рассматриваются рефлекторный и системный приципы организации психической деятельности. Излагаются общие методологические вопросы системной организации психической деятельности. Во втором разделе приведены результаты объективного анализа мозговых процессов, разыгрывающихся по мере реализации поведенческих актов, направленных на достижение полезных, приспособительных для субъектов результатов. В третьем разделе приведен материал, раскрывающий современную трактовку субъективной стороны психической деятельности человека. Четвертый раздел содержит материалы моделирования психической деятельности человека и оценки системных механизмов подсознательной и сознательной психической деятельности человека. В книге авторы частично использовали некоторые из своих ранее опубликованных текстов, правда с их общей новой интерпретацией. Авторы понимают, что приведенные в настоящей книге материалы не исчерпывают всю сложность организации психической деятельности. Основная задача публикации состоит в привлечении внимания читателей к вопросам системной организации психической деятельности. Авторы с благодарностью воспримут деловые критические замечания.

К. В. Судаков

Глава 1

Теоретические основы психической деятельности

Издавна ум человека пытается проникнуть в тайны работы собственного мозга — психическую деятельность. На протяжении столетий много концептуальных представлений о природе психической деятельности сменило друг друга. Пожалуй, первый, кто пытался понять психическую деятельность человека, был Р. Декарт. Идеи Декарта легли в основу рефлекторной парадигмы психической деятельности.

1.1. Рефлекторная парадигма психической деятельности

Декарт, как известно, первый указал на отраженную природу действий человека. Идея отраженного действия привела Декарта к признанию ведущей причины поведения — внешнего стимула.

Понятием «внешний стимул» Декарт четко утвердил материалистические основы поведения живых существ. Однако представления о природе отраженных действий у Декарта были примитивными. Они целиком базировались на галеновских взглядах о «животных духах», хотя Декарт вкладывал в это понятие, как это ни парадоксально, материалистические представления. Для Декарта «духи» были какими-то веществами неизвестной природы, обладающие высокой скоростью перемещения. Сейчас можно приравнять «духи» Декарта к нервной импульсации. Увлеченный механикой, Декарт часто сравнивает действие «духов» со светом, или даже просто с механическими передачами.

Несмотря на примитивность представлений Декарта о природе отраженных действий, общая схема хода составляющих их механизм процессов является по существу такой же, какой она сохранилась до наших дней.

Декарт страстно доказывал, что все проявления жизнедеятельности, в том числе и поведение животных и человека, полностью сводятся к естественным законам физики и химии.

Однако в своих представлениях Декарт не был последователен. Он разрешил только часть проблемы поведения, известную до него под названием «непроизвольных движений».

Другая часть — «произвольные движения» — неизбежно заставляла Декарта взаимодействовать с психикой. Его механическая концепция

не смогла последовательно объяснить произвольное переключение «животных духов» на другие каналы, не укладывающиеся в механическую схему. Декарту либо предстояло распространить механическую схему на все виды поведенческих реакций, либо допустить, что распределение «животных духов» обусловлено другими, надорганическими механизмами. Декарт сделал последний выбор. Он отдал эту функцию «душе», которая, по его мнению, контролирует разум. «Высший разум», по Декарту, упорядочивает и направляет движение «животных духов» по нервам. Благодаря этому довольно постоянное расположение нервов способно осуществлять в каждом случае сложные и разнообразные поведенческие акты. По Декарту, автоматические или машинные акты являются врожденными, и только «разум» придает этой жизненной машинообразной деятельности измененный характер.

Декарт, по словам П. К. Анохина, «представил законченную схему между стимулом и ответом и одного этого было достаточно, чтобы человеческая мысль, бесплодно кружившая около проблемы "души", вступила на ясный естественнонаучный путь плодотворного исследования» (Анохин П. К., 1979, с. 122).

В ходе исторического развития науки рефлекс выступил в качестве универсальной элементарной единицы организации психических функций.

Сложились представления о том, что живой организм представляет из себя сумму разнообразных постоянных рефлексов. Подчеркнем, однако, что эти представления распространялись в основном на деятельность спинальных животных, на так называемую «непроизвольную» деятельность. Такие представления не затрагивали активную поведенческую деятельность живых существ, тем более психическую деятельность человека.

Физиология поведения и процессов мышления долгое время находилась вне сферы внимания физиологов-экспериментаторов.

И. М. Сеченов первый распространил принцип рефлекса на деятельность высших отделов мозга, на головной мозг и психические функции человека, что до него не удалось сделать ни одному даже самому выдающемуся западно-европейскому ученому. И это был «гениальный взмах Сеченовской мысли». Это был революционный шаг, по своей философской значимости не меньший, чем открытие Декартом отраженной деятельности.

«Высший тип произвольности», «свобода воли», «контроль произвольных движений», «механизмы целенаправленной деятельности» — вот предмет главных научных интересов И. М. Сеченова.

И. М. Сеченов подчеркивает чрезвычайную изменчивость рефлексов головного мозга.

И. М. Сеченов обращает внимание на то, что не всегда стимул определяет рефлекторное действие. Демонстративен в этом плане его пример с нервной дамой. В случае, если нервная дама неожиданно подвергается

оклику — ее реакция бурная. Реакция той же дамы на тот же раздражитель может совсем отсутствовать, если дама заранее предупреждена, что ее окликнут.

И. М. Сеченов приводит и другой пример различного отношения человека к запаху пищи в состоянии голода и в состоянии насыщения.

«Положим, например, — пишет И. М. Сеченов, — что центральная часть того аппарата, который начинается в носу обонятельным нервом, воспринимающим запах кушания, находится в данный момент в таком состоянии, что рефлексы с этих нервов могут происходить преимущественно на мышцы, производящие смех. Тогда, конечно, при возбуждении обонятельных нервов человек будет улыбаться. Если же, напротив, состояние центра таково, что рефлексы могут происходить только в мышцах, оттягивающих углы рта книзу, тогда запах кушания вызовет у человека кислую мину. Допустите только, что первое состояние центра соответствует случаю, когда человек голоден, а второе бывает у сытого — и дело объяснено. Итак, разум вполне мирится с тем, что невольные движения, вытекающие из чувственного наслаждения, суть не что иное, как обыкновенные рефлексы, которых большая или меньшая сложность, т. е. более или менее обширное развитие, зависит от физиологического состояния центра» (Сеченов И. М., 1953, с. 46).

Пример И. М. Сеченова тесно перекликается с примером другого русского физиолога А. М. Филомафитского, который писал: «Внимание и воля своей деятельностью могут ограничивать и даже уничтожать сочувственные движения, вследствие щекотания происходящие судорожные движения силою воли могут быть остановлены; человек, приготовившийся и ожидающий какого-нибудь раздражения, встречает и переносит оное покойно: Сцевола разговаривал с Порсеною, между тем как его рука лежала в огне; напротив же, человек, углубившийся в мечту, вздрагивает от малейшего стука или легкого к нему прикосновения рукой. Здесь все сводится на следующий закон: из двух стимулов, действующих на нервы, противодействие возбуждает тот из них, который сильнее; в нашем случае воля сильнее тех раздражений, которая производит сочувственные движения» (Филомафитский А. М., с. 177–178).

Введя понятие «состояния нервного центра» и «чувственный компонент», И. М. Сеченов пошел дальше декартовского машинообразного характера рефлекса.

Идеи о «темном мышечном чувстве» проходят генеральной линией через многие труды И. М. Сеченова. И. М. Сеченов неоднократно писал о значении мышечного чувства в формировании мысли и ощущения пространства и времени.

И. М. Сеченов теоретически рассмотрел процесс мышления, и хотя он не дал законченной картины процесса мышления, им представлена яркая палитра «Элементов мысли». Каждый из этих «элементов» достоин внимания (Судаков К. В., 1995).

И. М. Сеченов постоянно подчеркивал зависимость мысли от внешних обстоятельств, происходящих сиюминутно или в прошлом. «Предметный мир, — писал И. М. Сеченов, — существовал и будет существовать по отношению к каждому человеку раньше его мысли; следовательно, первичным фактором в развитии последней всегда был и будет для нас внешний мир с его предметными связями и отношениями» (Сеченов И. М., 1953, с. 214).

«Желание, — по И. М. Сеченову, — страстная сторона мысли» (с. 40). Из желаний проистекают поступки, как акты удовлетворения желания. Сам поступок, как указывает И. М. Сеченов, может быть представлен в форме мысли. И. М. Сеченов рассматривает также «системные чувства», такие как голод, жажда, благосостояние, усталость, постоянно наполняющие, по его мнению, сознание. «У человека, — пишет И. М. Сеченов, — не может быть собственно никакого предметного ощущения, к которому не примешивалось бы системное чувство в той или другой форме» (с. 306). В мыслительной деятельности существенную роль, по И. М. Сеченову, играет еще один компонент — «хотение», олицетворяющий волю. Воля, согласно И. М. Сеченову, социально детерминирована. Процессы чувственного желания и воли происходят раньше внешнего поступка или движения.

Наиболее отчетливо, как полагает И. М. Сеченов в статье «Элементы мысли», процесс мышления может быть понят при рассмотрении становления психической деятельности ребенка.

Первым «элементом мысли», по Сеченову, является ощущение, чувство, которое формируется у ребенка при действии внешнего и внутреннего мира на органы чувств. Вторым «элементом мысли» И. М. Сеченов считает впечатление. Впечатление определяется действием на органы чувств всего комплекса окружающей ребенка действительности, причем действительности, как подчеркивает И. М. Сеченов, в ее исторической непрерывности и развитии. При неоднократных впечатлениях, как указывает И. М. Сеченов, осуществляется выделение ребенком наиболее значимых внешних явлений, происходит разделение внешних объектов, сопоставление их друг с другом, направление сопоставлений. Все это приводит к формированию третьего «элемента мысли» — воспроизведения под влиянием ощущения и запечатления свойств предметов. Наряду со зрительными, слуховыми, тактильными, вкусовыми впечатлениями существенная роль в процессах мышления, по И. М. Сеченову, принадлежит мышечным ощущениям. Мышечное чувство составляет четвертый «элемент мысли». Оно возникает при движении глаз за внешними предметами, движении конечностей и, наконец, при осуществлении речи. Двигательные реакции, как считает И. М. Сеченов, помогают усиливать впечатления, делают их более конкретными и точными. Они позволяют узнавать отношение и связь вещей окружающего мира и служат соединительным звеном между смежными впечатлениями на основе мышечного

1 Зак. 282

чувства, придавая им значение отношений в пространстве и времени. На основе взаимосвязей глаз, рук и ног при ходьбе с помощью мышечного чувства у ребенка формируются пространственные отношения.

Наряду с указанными «элементами мысли» И. М. Сеченов рассматривает память как важное свойство мозга раскладывать впечатления по рубрикам, принадлежности и сходству. Развитие человека, по И. М. Сеченову, коренится в повторении впечатлений. Наиболее постоянные события фиксируются в памяти сильнее всего. «Запоминанию впечатлений, — пишет И. М. Сеченов, — должно способствовать образование определенных следов возбуждений в нервной организации, следов тем более многочисленных и разнообразных по сочетаниям, чем чаще повторялись внешние влияния в форме изменчивых сумм» (с. 260).

Еще один «элемент мысли», по И. М. Сеченову, — узнавание. Это воспроизведение старого, уже испытанного впечатления, тем же самым внешним возбудителем, которым оно было произведено прежде, и последующее затем сопоставление или соизмерение воспроизведенного чувствования с новым.

От чувственного восприятия И. М. Сеченов переходит к элементам абстрактного мышления: представлениям, понятиям, символизациям. Специальный интерес представляет мысль И. М. Сеченова о группировке в мозге впечатлений о внешних воздействиях в специальные образы. И. М. Сеченов указывает на то, что внешние впечатления расчленяются в сознании ребенка на группы и ряды, на отдельные их звенья и составные части по сходству их и смежности в пространстве и времени, а затем объединяются в специальные образы. Этот процесс И. М. Сеченов считает врожденным и не требующим специального обучения.

Любознательность является первым шагом извлечения причины взаимосвязей, накопленных впечатлений. Ребенок ставит вопросы и ожидает на них ответа. Затем в играх ребенок ставит себе задачи и достигает их решения. В формулировании задач выделяется собственное «Я», формируется самосознание. Игра способствует самоутверждению личности. Наконец, «ум не останавливается на пороге опыта, а идет дальше в область загадок» (Сеченов И. М., 1953, с. 330).

Представив развернутую картину онтогенеза мыслительной деятельности, И. М. Сеченов рассматривал ее в основном с позиций рефлекторной теории. Он представлял «элементы мысли» как реакции на внешнее воздействие. Динамика самого процесса мышления осталась вне сферы рассмотрения И. М. Сеченова.

И. М. Сеченов, разделяя взгляды Г. Спенсера, многократно подчеркивал, что внешние воздействия человек оценивает через систему, составляющую его личность на основе всего исторического опыта человечества и индивидуального восприятия. Иными словами, онтогенез мышления повторяет историю эволюции мысли человеческого общества. В развитии мышления у ребенка на разных стадиях как бы повторяется эволюция человека. В какой-то степени эти механизмы являются врожденными, хотя развертываются под влиянием внешних факторов.

«Всякая мысль, — писал И. М. Сеченов, — как бы отвлеченна она ни была, представляет в сущности отголосок существующего, случающегося или, по крайней мере, возможного, и в этом смысле она есть опыт (верный или нет, это другой вопрос) в различных степенях обобщения. Поэтому данная мысль может быть усвоена или понята только таким человеком, у которого она входит звеном в состав его личного опыта или в той же самой форме (тогда мысль уже старая, знакомая), или на ближайших степенях обобщения...»

«...В воспроизведении отражается не одна чисто объективная сторона впечатления, но и та изменчивая умственная почва, на которую она падает» (Сеченов И. М., 1953, с. 262–263).

Можно заметить, что Сеченовские «Элементы мысли» — это уже не только отраженная рефлекторная деятельность. Это нечто более сложное, системное, оно несет в себе свойства физиологического и психического.

Существенный вклад в развитие представлений о рефлекторной природе психической деятельности сделан И. П. Павловым — его открытием условных рефлексов.

«Так случилось, что эти два близких нам имени — И. М. Сеченов и И. П. Павлов, исторически объединенных прогрессивной романтикой шестидесятых годов, явились двумя огромными маяками, которые освещали путь сотням русских физиологов. Первый из них проделал грандиозную работу по расчистке пути, по выработке общих материалистических взглядов на самые сложные процессы психической деятельности. А второй, как бы осуществляя историческую непрерывность оригинальной русской мысли, реализовал эту мысль в конкретном методе исследования — в методе условных рефлексов» (Анохин П. К., 1979, с. 173).

Как известно, И. П. Павлов различал два вида «психических» рефлексов. Первая группа рефлексов, по Павлову, — «безусловная» — врожденная, генетически детерминированная психическая деятельность. Безусловные рефлексы возникают на основе врожденной структурной организации — рефлекторной дуги. При действии адекватных раздражителей на соответствующие рецепторы безусловные рефлексы проявляются относительно постоянно. К сложным врожденным безусловным рефлексам, инстинктам, И. П. Павлов относил пищевые, оборонительные, половые, ориентировочно-исследовательские и другие рефлексы. Сложные безусловные рефлексы, как указывал И. П. Павлов, также проявляются в виде специфических реакций животного при действии на организм соответствующих раздражителей. Наиболее демонстративен в этом плане пищевой рефлекс. Он проявляется при действии пищи на дистантные рецепторы или на рецепторы пищеварительного тракта в двигательной, секреторной и других вегетативных реакциях, таких как изменение ды-

хания, деятельности сердца и т. д. Сложный оборонительный рефлекс также включает наряду с двигательной реакцией животного изменение многих вегетативных функций: секреторной деятельности пищеварительных желез, деятельности сердца, дыхания, потоотделения и т. д.

С именем И. П. Павлова навсегда в науку вошла другая форма психической деятельности — условные рефлексы. Условный рефлекс представляет из себя качественно особую форму рефлекторной деятельности. Условные рефлексы, по Павлову, приобретаются в индивидуальной жизни животных. Они связаны с обучением. Это — чрезвычайно изменчивая форма рефлекторной деятельности. В условном рефлексе эффект определяется не самим стимулом, как показал И. П. Павлов, а в результате неоднократного совпадения (сочетания) того или иного внешнего стимула с жизненно важной деятельностью (безусловными рефлексами); ранее относительно индифферентный стимул начинает вызывать реакцию, характерную для безусловного раздражителя. Иными словами, в выработанном условном рефлексе условный стимул отражает свойства сочетанного с ним безусловного раздражителя. Сказанное иллюстрирует классический пример выработки у собаки условного пищевого рефлекса. При первом предъявлении собаке условного раздражителя, например вспышке находящейся перед ней электрической лампочки, животное отвечает врожденной безусловной реакцией — ориентировочно-исследовательской деятельностью — поворачиванием головы и туловища в сторону лампочки, присматриванием к ней и т. п. Безусловная реакция на пищу проявляется в двигательной деятельности животного и секреции слюны, которую можно зарегистрировать через специально выведенную на поверхность щеки собаки фистулу слюнного протока. В результате повторных сочетаний действия на животное вспышки света (условный раздражитель) и последующего кормления (безусловный раздражитель) у животного образуется «временная связь» — условный раздражитель начинает вызывать безусловную реакцию: в ответ на зажигание лампочки у животного возникает пищевая реакция — движение и слюноотделение! Происходит качественное изменение действия внешнего раздражителя — света — на организм. Вместо ориентировочно-исследовательской реакции он начинает вызывать пищевую реакцию животного.

И. П. Павлов постоянно подчеркивал роль **«подкрепления»** как непременного условия образования условных рефлексов. В качестве подкрепляющих факторов, по Павлову, выступают все формы сложных безусловных рефлексов, удовлетворяющие жизненно важные потребности животных.

И. П. Павлов рассматривал процесс образования условного рефлекса как взаимодействие двух дуг возбуждений: дуги условного и безусловного рефлексов. Именно между этими «дугами», как считал И. П. Павлов, при повторных сочетаниях образуется «временная связь». Важная роль

подкрепления состоит и в том, что при его отсутствии или отмене в эксперименте условный рефлекс исчезает.

Открытием условных рефлексов И. П. Павлов ввел в физиологию психической деятельности новый **принцип сигнальности**. Любой условный раздражитель при его действии на организм несет в себе свойства будущего безусловного воздействия. Условный раздражитель, как на это неоднократно указывал И. П. Павлов, как бы сигнализирует о последующем безусловном рефлексе. Действие условного раздражителя — пример деятельности организма, направленной на будущее жизненно важное событие.

Таким образом, условные рефлексы представляют форму психической деятельности более высокого уровня, чем врожденные, безусловные рефлексы. В условном рефлексе реакция организма, возникающая в ответ на действие условного стимула, отражает не непосредственно ответ животного на раздражение, а свойства последующего подкрепления, удовлетворяющего ту или иную жизненно важную деятельность. При этом животные приобретают способность реагировать на эти раздражители опережающими реакциями, характерными для безусловных рефлексов, т. е. изменяется качество ответа на внешние стимулы. В результате этого внешние стимулы приобретают свойства сигналов жизненно важной длительности животных.

Следует подчеркнуть, что в трактовке условного рефлекса И. П. Павлов твердо стоял на позициях классической рефлекторной теории. Он писал: «Исследование условных рефлексов опирается на те же три принципа рефлекторной теории: принципы детерминизма, постепенных и последовательных анализа и синтеза и структурности» (Павлов И. П., 1951).

Во всех случаях действия на организм условного и безусловного раздражителей И. П. Павловым и его последователями рассматриваются и подвергаются физиологическому анализу отраженные психические реакции организма. Животные в условиях павловских классических опытов, будучи фиксированными в станке, не совершают активной деятельности, а только пассивно реагируют на раздражители, предъявляемые экспериментатором. И. П. Павлов исследовал поведение животных в аспекте их реакций на внешние стимулы: условные и безусловные. Каждая из этих реакций характеризовалась специальным двигательным ответом животного и его вегетативными проявлениями: изменениями слюноотделения, дыхания, сердцебиений. В исследованиях И. П. Павлова не подверглись специальному анализу активные действия животных, направленные на овладение определенными факторами внешней среды в плане удовлетворения исходных потребностей. И в этом смысле, как писал И. П. Павлов, «никакой прибавки к рефлексу не произошло».

Теория условных рефлексов И. П. Павлова всегда исходила из представлений о **ведущем значении внешних стимулов в ответных поведенческих рефлекторных реакциях животных**. Даже те биологически важные раздражители внешней среды, которые для животных и человека представляют

конечную цель их длительной поисковой деятельности и которые удовлетворяют их ведущие метаболические потребности, рассматривались И. П. Павловым как безусловные стимулы, например пищевой, оборонительный, половой и т. п. С этих позиций подкрепляющие раздражителя рассматривались как стимулы, действующие на животное, и оставались в стороне все те механизмы, которые в естественных условиях приводят животных к удовлетворению их ведущих потребностей.

Для объяснения условного рефлекса И. П. Павлов использовал из современной ему физиологии нервной системы элементарные понятия возбудимости, возбуждения и торможения и их взаимодействие, присущие отдельным нервным клеткам и нервным волокнам. Это не позволило И. П. Павлову взять полностью в расчет сложные процессы психической деятельности, в первую очередь, взаимодействие потребности и подкрепления в их динамической взаимосвязи.

Однако уже в статье «Рефлекс цели» (1916) И. П. Павлов обратил внимание на другую форму поведения, при которой субъект не только реагирует на внешние стимулы, но под влиянием внутреннего побуждения активно и настойчиво ищет специальные предметы внешнего мира. В качестве примера такой деятельности И. П. Павлов рассматривал поведение голодного человека и коллекционирование. Именно эту форму деятельности И. П. Павлов назвал «рефлексом цели». И. П. Павлов справедливо писал: «Рефлекс цели имеет огромное жизненное значение, он есть основная форма жизненной энергии каждого из нас... Вся жизнь, все ее улучшения, вся ее культура делается рефлексом цели, делается только людьми, стремящимися к той или другой поставленной ими себе в жизни цели... Наоборот, жизнь перестает привязывать к себе как только исчезает цель» (Павлов И. П., 1951 а, с. 199).

Поскольку принятие «рефлекса цели» требовало переосмысливания традиционных представлений о поведении как отраженном действии внешних стимулов И. П. Павлов, будучи увлечен природой условных рефлексов, эту сторону поведения оставил без специального анализа.

Только в конце жизни, когда И. П. Павлов приступил к наблюдениям над поведением обезьян-антропоидов, он сказал свою знаменитую фразу: «Когда обезьяна строит свою вышку, чтобы достать плод, — это “условным рефлексом” назвать нельзя. Это есть случай образования знания, уловления нормальной связи вещей! Это — другой случай. Тут нужно сказать, что это есть начало образования знания, улавливания постоянной связи между вещами — то, что лежит в основе всей научной деятельности, законов причинности и т. д.» (Павловские среды, с. 262).

И. П. Павлов рассматривал условный рефлекс как явление физиологическое и психическое.

Эти представления И. П. Павлова нашли отражение в сформулированном им понятии о первой и второй сигнальных системах действительности. Как известно, по И. П. Павлову, первая сигнальная система строится на основе физических свойств условных раздражителей, а вторая — на основе словесных условных раздражителей.

В основу психической деятельности И. П. Павлов положил сформулированные им представления об аналитико-синтетической деятельности коры больших полушарий и, особенно, представлений о динамическом стереотипе.

И. П. Павлов обратил внимание на то, что выработанный динамический стереотип, отражающий определенную стабильную последовательность условных раздражителей, характеризуется рядом новых по сравнению с классическими условными рефлексами свойств.

В самом деле, если животное изо дня в день получает определенный набор (динамический стереотип) условных раздражителей в определенном порядке, например, свет, звук, механическое раздражение кожи, каждый из которых подкрепляется пищей, то через некоторое время на каждый условный сигнал в соответствии с законом физической силы применяемых раздражителей вырабатывается своей величины условная слюноотделительная реакция. Однако, если в условиях упроченного динамического стереотипа применить, например, свет на месте других условных раздражителей, то величина условнорефлекторной слюноотделительной реакции во всех случаях будет соответствовать тем условным раздражителям, на месте которых применен свет. Следовательно, в выработанном динамическом стереотипе утрачивается значение внешнего (условного) стимула, и в качестве пускового момента рефлекторной деятельности выступают следы от предшествующих раздражений, т. е. механизмы памяти. При этом также утрачивается действие закона физической силы применяемых раздражителей, и животные отвечают условнорефлекторной реакцией, характерной не для реально действующего раздражителя, а для раздражителей, которые ранее применялись в определенном порядке. Иными словами, в выработанном динамическом стереотипе нарушается ведущее звено рефлекса, связанное с действием внешнего стимула и его анализом в центральной нервной системе, и в качестве пускового раздражителя выступают процессы памяти. Однако это противоречие классической рефлекторной теории осталось у И. П. Павлова без специального объяснения.

«Рефлекс цели» также не укладывался в классическую схему рефлекса «стимул-реакция», отражая иной класс явлений жизнедеятельности. Именно поэтому, по-видимому, «рефлекс цели» не получил развития в теории условных рефлексов.

При исследовании высшей нервной деятельности обезьян-антропоидов И. П. Павлов вплотную подошел к исследованию целенаправленной деятельности животных, к процессам освоения ими различных орудий для удовлетворения ведущих потребностей. При этом деятельность животных была, как правило, направлена на активное преобразование окружающей их среды. И. П. Павлов говорил «об уловлении животны-

ми связи вещей». Однако природа указанных явлений в лаборатории И. П. Павлова также осталась нераскрытой.

Существенный вклад в развитие рефлекторных представлений о психической деятельности внес А. А. Ухтомский. Открытие А. А. Ухтомским принципа доминанты убедительно показало, что внешние стимулы в формировании психической деятельности не всегда имеют императивное значение. Внутреннее состояние субъекта (доминанта) может не только выступать в качестве побудительного момента поведения, но и значительно изменять реакции живых существ на внешние стимулы (Ухтомский А. А., 1950).

Доминанта, согласно теоретическим представлениям А. А. Ухтомского, под влиянием внешних и внутренних, в частности гормональных воздействий, «зреет» внутри организма. Характерно, что доминанта не только изменяет реакции субъектов на внешние раздражители, но и определяет их активную целенаправленную деятельность. «Доминанта, — писал А. А. Ухтомский, — как съемка выбирает из среды соответственные возбудители, но часть из этих возбудителей соединяется с доминантами так рыхло, что вскоре выпадает. Остаются приставшими лишь те, которые имеют сродство с данной доминантой» (Ухтомский А. А., 1966). Это сродство доминанты с внешними раздражителями, как полагал А. А. Ухтомский, определяется не только в физико-химическом смысле, но и в «биологическом», а у человека — «социальном интересе», т. е. в значимости этих внешних раздражителей для удовлетворения ведущих потребностей организма. Доминанта освобождает организм от побочных действий («избыточных степеней свободы») и позволяет искать потребные вещества наиболее экономичным путем: удовлетворять свои ведущие потребности. Доминанта выбирает специальные жизненно важные раздражители внешней среды и тем самым надежно направляет субъектов к цели. Недаром А. А. Ухтомский часто сравнивал доминанту с «вектором поведения».

А. А. Ухтомский показал, что в психической деятельности человека факторы внешней среды, предметы, животные и другие, особенно человеческие индивиды, выступают в роли своеобразных «собеседников», на которых и направлена психическая деятельность индивида. А. А. Ухтомский считал, что в основе нравственного поведения человека лежит закон Двойника, или Заслуженного собеседника. Двойник, по А. А. Ухтомскому, — это проецирование на образ другого человека своих приобретенных доминант. Оценка другого человека, по мнению А. А. Ухтомского, как раз и является подлинной характеристикой нравственных качеств каждого человека.

«Человек человеку — величайший секрет, — писал А. А. Ухтомский в дневнике, — но вместе с тем без устремления понять этот секрет и иметь человека перед собой теряется смысл человеческого поведения и бытия» (Ухтомский А. А., 1996). А. А. Ухтомский выше всего ценил в человеке «раскрытость души к реальности».

Психическая деятельность, согласно представлениям А. А. Ухтомского, строится таким образом, чтобы, с одной стороны, искать в собеседнике нечто, отвечающее собственным настроениям, собственным доминантам, а с другой стороны, навязать собеседнику свои взгляды, мировоззрение, позицию или настроение. Однако можно стремиться понять позицию, настроение и состояние собеседника и тем самым изменить собственные доминантные установки. Умение ценить в другом человеке его самобытность и неповторимость, предоставлять ему право быть другим, уважать его взгляды, уметь внимательно выслушать его и в случае несогласия с ним стараться не навязывать ему собственных оценок, а убедить его, А. А. Ухтомский считал высшим качеством интеллигентного человека, достойного высокого звания Личности.

В последние годы психофизиологи и психологи для анализа рефлекторных механизмов психической деятельности человека стали широко применять объективные методы: электроэнцефалографию и электромиографию, изучать активность мимических мышц, движения (жесты), сердечную деятельность, дыхание, кожно-гальванические реакции и т. д.

В многолетних исследованиях Н. П. Бехтеревой и ее сотрудников анализ психической деятельности человека осуществляется на основе изучения медленной электрической активности и электрической импульсной активности нейронов мозга человека через вживленные по медицинским показателям электроды (Бехтерева Н. П., 1980). Указанные показатели изучаются при мыслительной деятельности, тесно связанной с реакциями испытуемых на внешние воздействия: при распознавании и оценке слов, сравнении цифр, опознании многоугольников и т. п., т. е. изучаются ответы мозговых образований человека на внешние воздействия, и анализу подвергаются рефлекторные механизмы мыслительных процессов.

А. М. Иваницкий для анализа психической деятельности человека в ответ на раздражающие стимулы использует вызванные потенциалы мозга. Он связывает с психическими реакциями характерные изменения вторичных фаз вызванного потенциала у человека в процессе принятия решения (Иваницкий А. М., Стрелец В. Г., Корсаков И. А., 1984; Иваницкий А. М., 1997).

Психическая деятельность человека в последние годы стала широко изучаться с помощью компьютерной томографии, ядерно-магнитного резонанса, магнитоэнцефалографии, термометрии и других современных методов. Однако во всех этих современных методах исследования психической деятельности человека по-прежнему доминирует рефлекторная парадигма — исследуется топография различных отраженных изменений в структурах мозга в ответ на действие раздражителей.

1.2. Системная организация психической деятельности

Рефлекторный принцип, несмотря на его огромную научную значимость, не оказался универсальным для понимания психической деятельности.

Рефлекторный принцип не смог удовлетворительно объяснить многие проявления психической деятельности животных и человека. На основе рефлекторного принципа оказалось трудным объяснить механизмы активной целенаправленной деятельности животных в естественной среде обитания, поиск ими специальных раздражителей внешнего мира, нередко обладающий значительной энергетической силой, преодолевающей на их пути сложные препятствия. Принцип рефлекса не смог удовлетворительно объяснить и механизм исправления ошибок в поведении живых существ. Роль подкрепления как безусловной рефлекторной реакции тоже оказалась ограниченной. Сложная инструментальная деятельность антропоидов, связанная с изобретением орудий, позволяющих им успешно удовлетворять свои ведущие потребности, не нашла удовлетворительного объяснения на основе рефлекторных представлений «стимул-реакция». Стадная деятельность также не находит удовлетворительного объяснения на основе только рефлекторных взаимодействий животных.

Рефлекторная теория не смогла объяснить таких проявлений психической деятельности человека, как мотивации и эмоции, принятие решения, предвидение потребного результата и др. Эти важнейшие элементы психической деятельности человека и животных просто отсутствуют в структуре рефлекторной дуги, так же как и в рефлекторном кольце, лежащих в основе построения разнообразных рефлексов, осуществляющихся по схеме «стимул-реакция». На основе рефлекторного подхода трудно удовлетворительно объяснить игровую деятельность человека и животных, их целенаправленные реакции, включая сложную инструментальную деятельность, связанную с освоением орудий, а также — процесс исправления ошибок и т. д. Невротические реакции тоже трудно объяснить с позиций классической рефлекторной теории.

Системный подход и, в частности, общая теория функциональных систем, предложенная П. К. Анохиным (Анохин П. К., 1968, 1978, 1998; Судаков К. В., 1984, 1996, 1998), позволяет представить психическую деятельность человека и животных с новых, ранее не рассматриваемых позиций.

Теория функциональных систем организма, предложенная П. К. Анохиным, возникла как закономерное развитие научных идей школы И. П. Павлова, особенно идей, связанных с изучением высшей нервной деятельности животных.

Зародившись в рамках рефлекторной теории и особенно в рамках условного рефлекса, представления П. К. Анохина о функциональных системах в ходе исторического развития вышли из этих рамок

и оформились в самостоятельный принцип организации физиологических функций и, в частности, поведения и психической деятельности. Теория функциональных систем исходит из того, что единицами целостной деятельности организма являются динамические, самоорганизующиеся и саморегулирующиеся функциональные системы, все составные компоненты которых взаимосодействуют достижению организмом полезных приспособительных результатов.

Здесь мы не можем подробно рассматривать основные положения общей теории функциональных систем и отсылаем интересующихся читателей к наших специальным публикациям (Судаков К. В., 1984, 1986, 1996 б, 1997, 1998).

Следует только отметить, что в организме слаженно взаимодействует множество функциональных систем различного уровня: метаболического, гомеостатического, поведенческого, группового, а у человека и социального. Особую разновидность составляют функциональные системы психической деятельности человека, результаты которых представлены идеальными информационными копиями действительности (Судаков К. В., 1993, 1996 а, 1998 б). Взаимодействие функциональных систем в целом организме осуществляется на основе принципов иерархии, мультипараметрического и последовательного взаимодействия. Множество функциональных систем различного уровня организации взаимодействуют своими центральными аппаратами на уровне нейронов мозга. В этом взаимодействии ведущим является принцип доминирования функциональных систем, в основе которого лежит открытый А. А. Ухтомским принцип доминанты (Ухтомский А. А., 1950).

С точки зрения теории функциональных систем психическая деятельность человека принципиально строится на той же общей системной архитектонике, как и любая поведенческая целенаправленная деятельность.

С этих позиций психическая деятельность включает следующие системные компоненты:

1. Результат как ведущий системообразующий фактор психической деятельности.
2. Оценка результата психической деятельности с помощью обратной афферентации.
3. Потребность как системоорганизующий фактор, формирующий доминирующую мотивацию, взаимодействующую в организации психической деятельности с факторами внешней среды и элементами памяти.
4. Программирование психической деятельности с помощью аппарата акцептора результата действия.
5. Эффекторное выражение психической деятельности в процессах мышления, поведения, соматовегетативных и речевых реакциях.

В соответствии с постулатами общей теории функциональных систем П. К. Анохина, психическая деятельность динамически развертывается

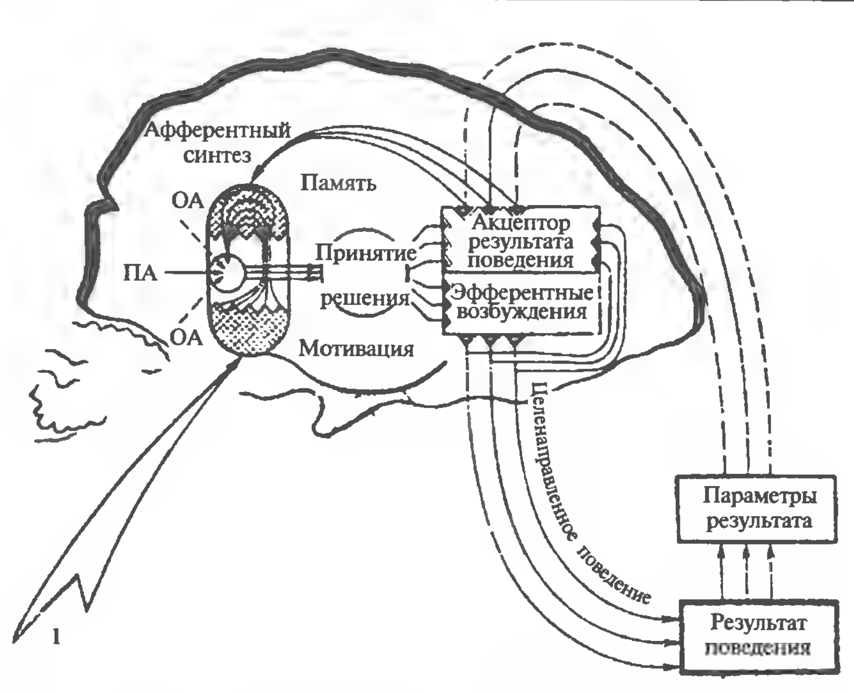


Рис. 1. Общая схема системной организации психической деятельности человека на основе теории функциональных систем:
ОА — обстановочная афферентация; ПА — пусковая афферентация; 1 — сигнализация о метаболической потребности. Остальные объяснения в тексте

во времени на основе последовательно сменяющих друг друга узловых стадий системной организации любого целенаправленного акта: афферентного синтеза, принятия решения, акцептора результата действия, эфферентного синтеза, действия и постоянной оценки достигнутого результата с помощью обратной афферентации (рис. 1). Ее афферентную часть составляют процессы афферентного синтеза, принятия решения и деятельности аппарата предвидения потребного результата — акцептора результата действия. Исполнительную часть системной архитектоники поведенческих актов составляют процессы эфферентного синтеза, многокомпонентного действия, обработки достигнутого результата и его оценки с помощью обратной афферентации, поступающей от разнообразных параметров результатов поведения при их действии на многочисленные рецепторы организма к акцептору результата действия.

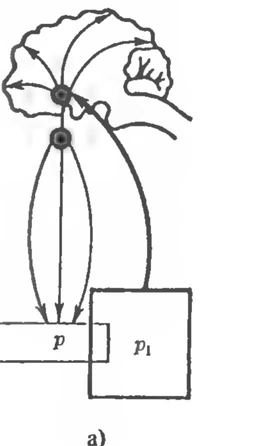
Отличительной особенностью системной архитектоники психической деятельности является то, что она целиком строится на информационной основе (Судаков К. В., 1996 а).

На протяжении многих лет физиология стремится понять фундаментальные физико-химические механизмы деятельности мозга. Информационная составляющая психической деятельности только в последние годы стала предметом научных исследований (Юзвищин И. И., 1996; Иваницкий А. М., 1997; Судаков К. В., 1995, 1997).

Информационный уровень затрагивает процессы отражения мозгом внутренних состояний организма и разнообразных воздействий на него многочисленных факторов внешней среды. Информация выступает при этом как отношение субъекта к своим потребностям и их удовлетворению. Именно эту сторону жизнедеятельности определяют разнообразные функциональные системы организма.

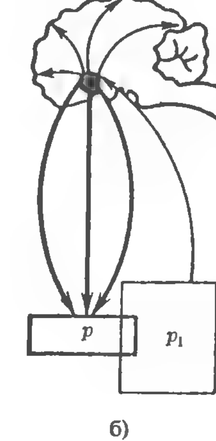
Обычно информацию выводят из понятия энтропии как меры неупорядоченности процессов и событий. Каждый живой организм в результате активной жизнедеятельности постоянно увеличивает свою энтропию и энтропию окружающей его среды. Функциональные системы, как правило, работают против энтропии, определяя своей саморегуляторной деятельностью динамическую стабильность, упорядоченность функций организма. В саморегуляторной деятельности функциональных систем проявляются торсионные свойства (Судаков К. В., 1997). Отклонение результата деятельности любой функциональной системы от уровня, определяющего нормальную жизнедеятельность, т. е. формирование потребности, немедленно вызывает активацию всех элементов функциональной системы. При этом формируется субъективный информационный сигнал — отрицательная эмоция. Указанные процессы определяют деятельность функциональной системы, направленную

Отрицательная эмоция



а)

Положительная эмоция



б)

Рис. 2. Схема торсионного механизма саморегуляции функциональной системы:
а) — отклонение результата деятельности функциональной системы от оптимального для метаболизма уровня; б) — возвращение результата к оптимальному для метаболизма уровню благодаря механизмам саморегуляции. Объяснения в тексте

на возвращение отклоненного результата к оптимальному для жизнедеятельности уровню. Восстановление оптимального уровня того или иного адаптивного результата сопровождается информационным сигналом — положительной эмоцией (рис. 2). В каждой функциональной системе имеется аппарат оценки информации — акцептор результата действия.

Информационные процессы пронизывают все стадии системной организации поведенческих и психических актов.

На стадии афферентного синтеза возникающее на основе потребности доминирующее мотивационное состояние постоянно взаимодействует на нейронах мозга с афферентацией, поступающей в центральную нервную систему от действия на организм обстановочных факторов, а также — с механизмами памяти. Информационным результатом этого взаимодействия, которое осуществляется по принципу доминанты, является важнейший механизм психической деятельности — принятие решения.

Принятие решения означает ограничение свободы деятельности нейронов мозга и ориентацию психической деятельности субъекта в направлении, удовлетворяющем сложившуюся на стадии афферентного синтеза доминирующую мотивацию. Принятие решения является своеобразным информационным результатом процессов афферентного синтеза, зависит от его составляющих, но в то же время постоянно оказывает обратное влияние на процессы афферентного синтеза.

После принятия решения психическая деятельность может ограничиться сугубо мозговыми нейродинамическими исполнительными механизмами или же для удовлетворения исходной потребности включать активную поведенческую деятельность. Однако еще до того, как сформированные в мозге возбуждения устремились на исполнительные аппараты, в центральной архитектонике функциональных систем, согласно П. К. Анохину, формируется аппарат постановки цели — акцептор результата действия. Именно акцептор результата действия представляет информационный аппарат предвидения свойств потребного результата.

Акцептор результата действия формируется в функциональных системах с одной стороны на генетической основе, с другой стороны, его механизмы усложняются в процессе обучения субъектов при многократном их взаимодействии с факторами, удовлетворяющими или не удовлетворяющими их исходные потребности. Эти процессы памяти также осуществляются на информационной основе. При действии на организм, и в первую очередь — на его рецепторы, разнообразных факторов внешней среды, удовлетворяющих или не удовлетворяющих его исходные потребности, возникают афферентные потоки возбуждений (обратная афферентация), которые устремляются в центральную нервную систему и запечатлеваются на соответствующих структурах мозга, составляющих аппарат акцептора результата действия. При этом особое

влияние на организм и, прежде всего, на структуры акцептора результата действия оказывают факторы, удовлетворяющие исходную потребность. Недаром они получили название подкрепляющих.

Как показали специальные физиологические исследования (Судаков К. В., 1995), геном отдельных нейронов мозга, составляющих аппарат акцептора результата действия, после подкрепления начинает синтезировать специальные информационные белковые молекулы, определяющие поведение. В активации экспрессии геномом этих информационных молекул ведущую роль играет доминирующая мотивация. Именно эти вновь синтезированные белковые молекулы, по нашему мнению, опережающе несут информацию о параметрах подкрепляющих факторов, определяющих удовлетворение соответствующей биологической потребности.

Доминирующие мотивационные возбуждения при каждом очередном возникновении соответствующей потребности на основе специфических активирующих влияний распространяются на структуры аппарата акцептора результата действия, которые прежде получали информацию о свойствах полезного результата, удовлетворяющего исходную потребность. На основе экспрессии информационных молекул происходит опережающее возбуждение нейронов, составляющих акцептор результатов действия, еще до получения реального результата, удовлетворяющего эту исходную потребность.

Генетические и индивидуально приобретенные механизмы акцептора результата действия позволяют живым существам при возникновении у них различных метаболических потребностей на информационной основе предвидеть свойства тех раздражителей внешней среды, которые приводят или препятствуют удовлетворению этих потребностей.

Формируемая доминирующими потребностями психическая деятельность по своей сути, таким образом, направлена на будущие результаты поведения, удовлетворяющие эти потребности. С опережающими реальные события механизмами акцептора результата действия, сформированными на информационной основе, в процессе деятельности человека строятся функциональные системы информационного, идеального уровня, и на информационной основе нервных процессов с помощью обратной афферентации осуществляется постоянное сравнение достигнутых результатов поведения и их оценка.

Подчеркнем еще раз, что центральная архитектоника функциональных систем психической деятельности представляет динамику информационных процессов, разыгрывающихся на структурной основе мозга. Эти процессы включают трансформацию исходной мотивации и подкрепляющих воздействий в информационную деятельность акцептора результата действия, оказывающего в свою очередь обратные информационные влияния на процессы афферентного синтеза. Характерно, что все эти процессы на каждом этапе смены физико-химических

носителей осуществляются на основе информационных эквивалентов действительности без потери информационного смысла. П. К. Анохин образно характеризовал это свойство следующим примером:

«Отдаленным, но с информационной точки зрения весьма аналогичным процессу отражения внешнего мира в организмах, является механизм телевизионной передачи... Допустим, что мы видим и слышим в этой студии непосредственно поющую певицу. Мы знаем, что и зрительный образ певицы, и звук ее голоса воспринимаются соответствующими датчиками (кинескоп и микрофон) и поступают в цепь различных преобразователей. На каком-то этапе преобразования возникают электромагнитные колебания, которые широко распространяются в нашей атмосфере, а может быть и в космосе. Строго говоря, волнообразные колебания, полученные от вида певицы и от ее голоса, с рассмотренной выше точки зрения, представляют собой информационный эквивалент реального образа певицы.

Несмотря на несомненную точность перекодирования певицы, мы не видим ее ни в атмосфере неба, ни у себя в комнате. Нужны еще дальнейшие преобразования этих электромагнитных колебаний, чтобы образ певицы целиком восстановился на экране телевизоров. В ряде случаев уже в самой студии вы можете одновременно видеть и реальную певицу, и тут же, недалеко от нее, телевизионное изображение этой певицы (монитор). Однако мы знаем, что отраженный на экране телевизора образ мог быть получен только потому, что физические параметры этого образа, несмотря на многоступенчатые преобразования, смогли быть синтезированы физическими средствами в экранный образ» (Анохин П. К., 1969, с. 120).

Архитектоника акцептора результата действия в каждой функциональной системе выступает в роли информационного экрана, на котором динамически взаимодействуют информационные эквиваленты разнообразных потребностей и способов их удовлетворения.

В качестве информационных эквивалентов действительности в акцепторе результата действия выступают молекулярные энграммы.

В организации психической деятельности человека биологические мотивации на стадии афферентного синтеза в значительно большей степени, чем у животных, приходят во взаимодействие с обстановочной афферентацией и с механизмами памяти. Механизмы памяти сами нередко участвуют в построении высших социально значимых мотиваций человека.

Социальные мотивы человека значительно меняют характер его биологических мотивов и придают им социальную окраску.

Психическая деятельность человека может строиться под влиянием предварительного обучения, инструкции или самоинструкции.

Системные процессы психической деятельности непрерывно сопровождаются субъективными эмоциональными переживаниями человеком

своих потребностей и отношения к воздействию факторов внешней среды в плане удовлетворения этих потребностей. С помощью эмоций осознаются и памятные следы.

1.2.1. Биологические мотивации в системной организации функций мозга

Если обратиться к структуре общераспространенной рефлекторной дуги, то можно сразу же заметить, что в рефлекторной дуге мотивация отсутствует. Только в системной архитектонике поведенческих актов мотивация занимает существенное место, являясь компонентом практически всех составляющих ее стадий: афферентного синтеза, принятия решения, предвидения потребного результата — акцептора результата действия. Мотивация участвует и в формировании исполнительных стадий системной организации поведенческих актов — эфферентного синтеза и оценки параметров достигнутых результатов при сравнении обратной афферентации с акцептором результата действия.

В системной архитектонике поведенческих актов мотивации строятся по доминирующему принципу (Ухтомский А. А., 1925; Судаков К. В., 1994). Доминирующая мотивация играет ведущую роль прежде всего в формировании наиболее ответственной, инициативной стадии системной организации поведения — стадии афферентного синтеза.

Принципиальное отличие мотивации от рефлекторных реакций состоит в следующем:

1. Мотивации формируются на основе ведущих метаболических, социальных или идеальных потребностей, т. е. эндогенно, хотя на их реализацию в поведение могут влиять так называемые «ключевые» или «раскрывающие» («key») внешние факторы.

2. Биологические мотивации строятся целиком на генетически детерминированных механизмах, подчиняясь в своем последовательном проявлении во времени законам системогенеза (Анохин П. К., 1968). В формировании социальных мотиваций человека ведущая роль принадлежит обучению, совершенствованию механизмов афферентного синтеза, и особенно — акцептора результатов действия.

3. Мотивации определяют целенаправленную деятельность субъектов, ведущую к удовлетворению лежащих в их основе потребностей.

Под влиянием доминирующей мотивации субъекты не только избирательно реагируют на внешние стимулы, но и активно ищут специальные факторы (стимулы) внешней среды, удовлетворяющие их исходные потребности. Этот поиск часто осуществляется весьма настойчиво, с большой энергетической силой и преодолением самых разнообразных препятствий на пути к потребной цели.

Биологические мотивации голода, жажды, страха и агрессии, половые влечения и пр. являются врожденной деятельностью животных и человека. Они созревают на генетически детерминированной основе и для своего проявления не требуют специального обучения. Биологические мотивации формируются как только возникает соответствующая внутренняя метаболическая потребность или на организм действуют специальные, раскрывающие мотивацию, факторы внешней среды.

Формирование биологических мотиваций тесно связано с деятельностью специальных мотивациогенных центров гипоталамуса, которые в организации мотивациогенных состояний играют роль своеобразных пейсмекеров (Судаков К. В., 1978, 1992). Искусственное электрическое или химическое раздражение этих центров гипоталамуса через вживленные электроды или хемотроды вызывает у животных даже при отсутствии внутренней потребности соответствующие мотивации и поведение, направленное на специальные внешние объекты.

Энергетический тонус доминирующей биологической мотивации. Биологические мотивации строятся на основе генерализованных восходящих активирующих влияний гипоталамических центров на другие отделы мозга, включая кору больших полушарий. Эти влияния отчетливо проявляются в форме десинхронизации или упорядоченного ритма электроэнцефалограммы. Наиболее отчетливо электроэнцефалографические проявления доминирующей мотивации регистрируются у животных, находящихся под уретановым наркозом (рис. 3). Так, пищевая мотивация у голодных животных, находящихся под уретановым наркозом, проявляется в виде ЭЭГ десинхронизации в передних отделах мозга и в ряде подкорковых структур: таламических и гипоталамических ядрах, в структурах ростральной части ретикулярной формации ствола мозга. Десинхронизация электрической активности в указанных структурах мозга устраняется после искусственного кормления животных путем введения жидкой пищи через зонд в ротовую полость и желудок или после введения в кровь раствора глюкозы (Судаков К. В., 1971).

Наши специальные исследования (Судаков К. В., 1971, 1990, 1993) показали, что в динамике формирования доминирующей мотивации голода возбуждение из гипоталамических центров охватывает другие структуры мозга в определенной временной последовательности. При постепенном увеличении интенсивности электрического раздражения «центра голода» латерального гипоталамуса через вживленный электрод сначала возбуждаются лимбические структуры мозга: перегородка, миндалина, гиппокамп; затем возбуждение охватывает сенсомоторные отделы коры больших полушарий и после этого — структуры ретикулярной формации, среднего мозга, оказывающие на кору больших полушарий

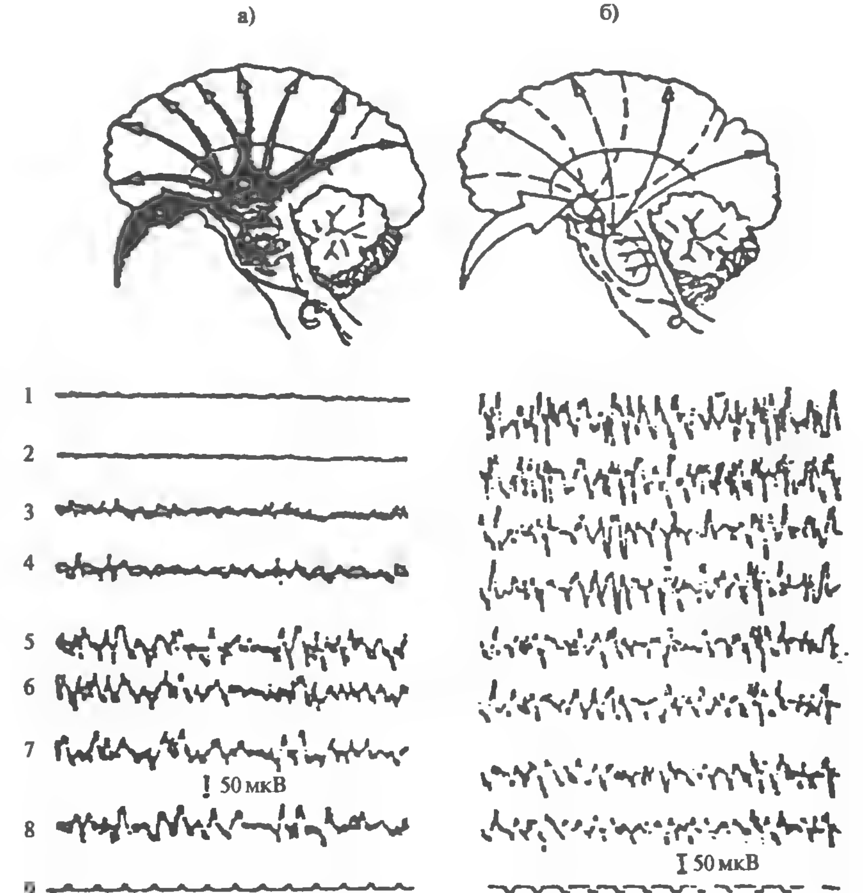


Рис. 3. ЭЭГ кошки, находящейся под уретановым наркозом:
а) — после суточной пищевой депривации; б) — после приема пищи; 1 — правая, 2 — левая лобная, 3 — правая, 4 — левая сенсомоторная, 5 — правая, 6 — левая теменная, 7 — правая, 8 — левая затылочная области

генерализованные восходящие активирующие влияния. При этом оказалось, что при раздражении латерального гипоталамуса, в случае, когда возбуждение охватывает только лимбические структуры мозга, животные проявляют ориентировочно-исследовательскую реакцию и только при распространении возбуждения на кору мозга у них наблюдаются направленные пищевые реакции.

Аналогичная последовательность распространения возбуждения по структурам мозга выявлена на разных сроках пролонгированного голо-

дания у кошек (Панфилов А. А., Лосева Т. Н., 1966), а также при электрическом раздражении «центра страха» вентромедиального гипоталамуса у кроликов (Коплик Е. В., 1978).

Характерны изменения химической природы архитектоники доминирующей мотивации в зависимости от сроков голодания животных. На ранних стадиях формирования пищевой потребности они носят преимущественно холинергический характер. По мере усиления голода и все большего включения в формирование пищевой мотивации структур ретикулярной формации среднего мозга эти влияния все в большей степени становятся адренергическими.

Приведенные данные указывают на то, что зарождающееся под влиянием метаболической потребности в структурах гипоталамической области мотивационное возбуждение затем генерализованно распространяется по структурам мозга и при охвате коры больших полушарий приводит к формированию соответствующего поведения.

Можно думать, что именно восходящие активирующие влияния мотивациогенных центров на другие отделы мозга и кору больших полушарий и составляют ту энергетическую основу биологических мотиваций, определяющую настойчивый поиск субъектами специальных раздражителей, удовлетворяющих их ведущие потребности.

Доминирующая мотивация представляет, таким образом, обусловленное той или иной потребностью избирательное и интегрированное возбуждение структур мозга, определяющих активное воздействие мотивированного субъекта на окружающую его среду с целью удовлетворения исходной потребности.

Установлено, что мотивационное возбуждение широко взаимодействует на нейронах с возбуждениями различной сенсорной и биологической модальности и особенно с подкрепляющими возбуждениями (Журавлев Б. В., 1986; Котов А. В., 1973; Фадеев Ю. А., 1988). Мотивация значительно расширяет конвергентные способности нейронов по отношению к раздражителям сенсорной и биологической модальности (Котов А. В., 1973; Лисицкий А. В., 1976). Доминирующая мотивация расширяет дискриминационные свойства нейронов коры мозга к сенсорным воздействиям (Хаютин С. Н., 1972). Мотивация изменяет чувствительность нейронов различных областей мозга (ретикулярная формация ствола, таламус, кора больших полушарий) к нейромедиаторам и нейропептидам (Кольдиц М., Кравцов А. Н., 1984; Юматов Е. А., Быкова Е. В., 1982). Кроме того мотивация повышает чувствительность специфических периферических рецепторов к подкрепляющим воздействиям (Снякин П. Г., 1971; MacDonnel M. F., Flynn J. F., 1966).

Пейсмекерный механизм доминирующей мотивации. Пейсмекерная функция (от англ. *pacemaker* — задаватель ритма, шага) в организме, как известно, наиболее ярко представлена в деятельности ведущего синусного

узла автоматии сердца, спонтанная деполяризация которого ритмически порождает процесс возбуждения, охватывающий в том же ритме всю мышцу сердца и организм в целом. Пейсмекер синусного узла подавляет активность других центров автоматии сердца, навязывая им свой ритм возбуждения, и держит их, таким образом, в функциональном подчинении.

Для любого пейсмекера в организме характерны следующие свойства: 1) повышенная по сравнению с другими структурами регулируемой ткани возбудимость к влияниям гуморальной и нервной природы; 2) повышенная чувствительность к разнообразным химическим и, в частности, фармакологическим воздействиям; 3) спонтанная ритмическая деполяризация входящих в него элементов; 4) генерализованное распространение возбуждения из пейсмекера по структурам функционально связанных с ним тканей.

Аналогично процессам распространения возбуждения по сердечной мышце, возбуждение, первично возникающее в мотивациогенных центрах гипоталамуса, широко генерализуется в восходящем направлении вплоть до коры головного мозга.

В синусном узле сердца, как известно, возбуждение возникает ритмически. Аналогичная картина наблюдается и в мотивациогенных центрах гипоталамуса. Возбуждение в этих центрах в естественных условиях также возникает периодически, по «триггерному» типу, по мере нарастания их возбудимости под влиянием той или иной потребности до критического уровня. После этого возбуждение сохраняется в этих центрах до тех пор, пока существует эта потребность, и устраняется только после ее удовлетворения.

Пейсмекер сердца имеет, как известно, повышенную, по сравнению с другими образованиями сердца, возбудимость к специфическим гуморальным и другим раздражителям. Точно так же гипоталамические структуры, по сравнению с другими структурами мозга, вовлеченными в мотивационное возбуждение, как показали наши опыты, обладают повышенной возбудимостью к электрическим и химическим раздражителям. По отношения к гипоталамическим мотивационным образованиям, так же как и в сердечной мышце, другие структуры мозга выстраиваются по определенному градиенту химической возбудимости до коры головного мозга включительно. Аппликация 0,1% раствора атропина на кору мозга у голодных животных, находящихся под уретановым наркозом, избирательно устраняет десинхронизацию ЭЭГ только в корковой зоне аппликации атропина. В других структурах мозга при этом сохраняется десинхронизация ЭЭГ. Введение 0,00025% раствора атропина в латеральный гипоталамус приводит к тому, что во всех структурах мозга голодных животных реакция активации ЭЭГ сменяется медленной высокоамплитудной активностью (Судаков К. В., 1971).

Синусный узел автоматии сердца, как известно, держит в определенном подчинении центры автоматии, которые обладают более низкой возбудимостью.

По аналогии с пейсмекером сердца мотивациогенные центры гипоталамуса, периодически возбуждаясь под влиянием потребности, затем длительно удерживают в тонической активности все другие связанные с ними структуры мозга. Эта активация исчезает только после удовлетворения исходной потребности.

Установлено, что мотивациогенные центры гипоталамуса имеют обширные двусторонние связи со структурами ростральных отделов ретикулярной формации среднего мозга, лимбическими структурами и корой больших полушарий, особенно с их лобными отделами. Благодаря этому возбуждение из мотивациогенных центров гипоталамуса широко распространяется по структурам мозга.

В исследованиях В. Г. Зилова (1985) показано, что пейсмекер доминирующей мотивации в свою очередь находится под нисходящим контролем со стороны вышерасположенных структур мозга. Установлено, что лобные отделы коры подавляют, а затылочные облегчают возбудимость нейронов «центра голода» латерального гипоталамуса. Подавление возбудимости мотивациогенных центров гипоталамуса наблюдается также при введении олигопептидов (Судаков К. В., 1990).

Для выяснения ведущей структуры, определяющей функциональную архитектонику доминирующего мотивационного состояния, на примере пищевой мотивации были проведены специальные исследования влияний выключения различных структур гипоталамуса, таламуса и ретикулярной формации среднего мозга на характер ЭЭГ у голодных животных. Это достигалось коагуляцией указанных структур или их функциональным выключением с помощью анода постоянного тока. Эксперименты показали, что при локальном выключении медиальных ядер таламуса «голодная» активация ЭЭГ исчезает только в ипсилатеральном полушарии мозга, сохраняясь в контрлатеральном полушарии, гипоталамусе и ретикулярной формации среднего мозга. При выключении ретикулярной формации среднего мозга она исчезала в таламусе и коре мозга, сохраняясь при этом в гипоталамусе. Только выключение латерального и вентромедиального гипоталамуса полностью устраняло «голодную» активацию ЭЭГ во всех регистрируемых нами структурах мозга (Судаков К. В., 1971).

Все это указывает на то, что мотивациогенным структурам гипоталамуса принадлежит особое свойство генерализованно удерживать в состоянии активации другие связанные с ними образования мозга, вплоть до самих молодых в эволюционном плане структур — лобных отделов коры больших полушарий.

Эти опыты находятся в полном соответствии с исследованиями пищевого поведения у животных при разрушении различных структур мозга. Установлено, что при разрушении структур коры, лимбических образований или таламуса мотивационное состояние голода и пищевое поведение у животных не исчезает. Они только приобретают неадекватные формы гипо- и гиперфагии. Картина принципиально изменяется после двустороннего разрушения гипоталамических «центров голода» латерального гипоталамуса. После этой операции голодные животные полностью утрачивают пищевое поведение и погибают от истощения при наличии возле них даже самой лакомой пищи (Anand B. K., 1961).

Все это указывает на то, что гипоталамические центры держат в своеобразной функциональной зависимости все остальные, вовлеченные в доминирующую мотивацию структуры мозга.

Мотивации и генетическая память. Проведенные нами исследования показали, что биологические мотивации тесно связаны с генетическими механизмами памяти. Причем в интимных механизмах извлечения доминирующей мотивацией памятных следов, включающих экспрессию генами определенных белковых молекул, существенная роль принадлежит процессам подкрепления, т. е. удовлетворению исходной потребности. Роль белок-синтезирующих механизмов нейронов в процессах взаимодействия мотивации с подкреплением и реализации мотивации в поведедействия мотивации с подкреплением и реализации мотивации в поведение демонстрируют следующие опыты. У кроликов исследовали поведение и реакции отдельных нейронов сенсомоторной коры и дорзального гиппокампа на раздражение латерального гипоталамуса до и после введения животным блокатора синтеза белка — циклогексимида.

Проведенные опыты показали, что раздражение латерального гипоталамуса у кроликов, у которых электрическое раздражение латерального гипоталамуса никогда не подкрепляли приемом пищи, в поведенческом плане вызывало у них возникновение только ориентировочно-исследовательские реакции. Циклогексимид у этих животных не оказывал заметного действия на ориентировочно-исследовательскую реакцию и реакции нейронов сенсомоторной коры и дорзального гиппокампа, вызванные электрическим раздражением пищевого и оборонительного центров гипоталамуса.

Другая картина наблюдалась у обученных животных, которых кормили сразу же вслед за электрическим раздражением латерального гипоталамуса или при наличии перед ними пищи, а также у кроликов, предварительно обученных в ответ на электрическое раздражение вентромедиального гипоталамуса избегать электрокожное раздражение — перепрыгивать через специальный барьер. В этом случае циклогексимид полностью блокировал поведение животных при раздражении мотивациогенных центров гипоталамуса. При этом циклогексимид отчетливо блокировал также реакции нейронов сенсомоторной коры и дорзального гиппокампа в ответ на раздражение латерального гипоталамуса (Судаков С. К., 1087).

На основании этих опытов можно было думать, что после предварительного подкрепления изменяется экспрессия определенных белковых молекул в мозге.

Для выяснения природы этих белковых молекул в специальных опытах мы исследовали поведение животных и реакции нейронов сенсомоторной коры и дорзального гиппокампа при введении на фоне действия циклогексимида в латеральные желудочки мозга и при микроионофоретическом подведении к отдельным нейронам различных олигопептидов: пентагастрина, брадикинина, фрагмента АКТГ — $АКТГ_{4-10}$ (Бурчуладзе Р. А. с соавт., 1988; Судаков К. В., 1992; Судаков С. К., 1987). Проведенные опыты показали, что подведение пентагастрина восстанавливало заблокированное циклогексимидом пищевое поведение и реакцию нейронов сенсомоторной коры и дорзального гиппокампа на раздражение латерального гипоталамуса. Брадикинин восстанавливал оборонительную реакцию перепрыгивания кроликов через барьер, а $АКТГ_{4-10}$ — подавленную циклогексимидом реакцию самораздражения перифорникальной области гипоталамуса. Антитела к пентагастрину также блокировали пищевые реакции у кроликов при раздражении латерального гипоталамуса (Судаков С. К., 1986).

Все это свидетельствует о том, что под влиянием предшествующих подкреплений пищевая мотивация реализуется в результативное поведение с помощью специальных эффекторных молекул пентагастрина, оборонительная — брадикинина, а самораздражение — $АКТГ_{4-10}$ (рис. 4). Можно полагать, что именно эти молекулы, синтезируемые в мозге под влиянием доминирующей мотивации, определяют формирование системной стадии поведенческого акта — эфферентный синтез и обусловленное доминирующей мотивацией поведение.

Молекулярные механизмы взаимодействия мотивации с акцептором результата действия. В системной организации поведенческих актов доминирующая мотивация тесно связана с аппаратом предвидения потребного результата — акцептором результата действия. Это определяет другую сторону системной организации доминирующей мотивации — ее направляющий компонент.

Для выяснения молекулярных механизмов системного взаимодействия доминирующей мотивации с акцептором результата действия в специальных опытах наших сотрудников К. В. Анохина и др. (1988) поведенческие оборонительные реакции у крыс, мотивированных состоянием страха, вызванным предшествующим электрокожным раздражением в поведенческих тестах «Step through» и «Step down» исследовали до и после введения блокаторов синтеза РНК — амидотимидина и азидотимидина. Проведенные опыты показали, что амидотимидин и азидотимидин блокировали у животных предвидение действия повреждающих стимулов. Крысы, обученные избеганию ЭКР, после введения им амидотимидина или азидотимидина начинали заходить в темный отсек

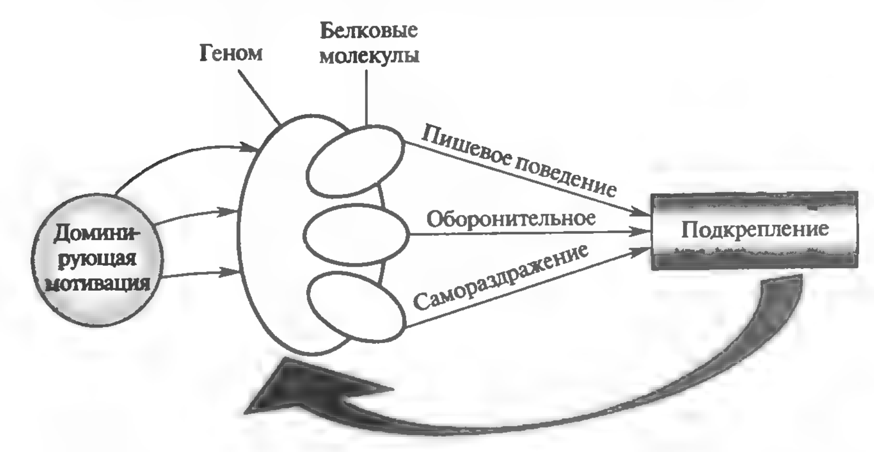


Рис. 4. На основе предшествующих подкреплений доминирующая мотивация при возникновеиии соответствующей потребности, распространяясь к отдельным нейронам мозга, в каждом случае активирует в них процессы экспрессии специфических белковых молекул, с помощью которых формируется соответствующее поведение

камеры, где им наносили электрокожное раздражение, или спрыгивали с безопасного кубика на пол, через сетку которого на них воздействовали электрическим током, т. е. животные в этих опытах переставали предвидеть действие повреждающих раздражителей.

В опытах А. А. Мехтиева с соавторами (1985) показано, что в формировании механизмов предвидения животными потребных результатов принимают участие негистоновые белки хроматина. Антисыворотки и антитела, полученные в результате иммунизации кроликов в течение 6 месяцев негистоновыми белками хроматина, выделенными из мозга быков, вводили экспериментальным крысам. Опыты показали, что наибольшей активностью в регуляции мозгоспецифического синтеза РНК обладали антитела к ряду негистоновых белков хроматина Np–3,6 и Np–8,6 (Np — нуклеопротеины с цифровым индексом, соответствующим их изоэлектрической точке).

Опыты показали, что введение крысам через вживленные канюли в боковые желудочки мозга антисыворотки к Np–3,6 и Np–8,6 через 24 часа после обучения в челночной камере пассивному избеганию существенно, особенно в случаях введения антисыворотки к Np–3,6, сокращало число обученных животных, величины латентного периода захода крыс в темный отсек, где они получали электрокожное раздражение, и время их пребывания в светлом отсеке, т. е. снова блокировало у них предвидение повреждающего действия электрокожного раздражения. Введение крысам антисывороток к Np–3,6 и Np–8,6 через 48 часов после

обучения еще более отчетливо сокращало латентные периоды захода крыс в темный отсек. Активация избегания темного отсека особенно отчетливо наблюдалась по отношению к действию антисыворотки к Np–8,6.

Биологические мотивации как основа патологической зависимости. Проведенные нами эксперименты показали, что биологические мотивации под влиянием приема субъектом этанола могут трансформироваться в патологическую алкогольную мотивацию.

Алкогольную мотивацию оказалось возможным сформировать у крыс на основе питьевой и оборонительной мотивации. В первом случае воднодепривированные животные имели возможность длительно (до 20–30 дней) замещать прием воды 20 % раствором этанола. Во втором случае в оборонительной ситуации электрокожного раздражения животные имели возможность принимать раствор этанола. В этих условиях выявились животные, устойчивые и предрасположенные к приему этанола. Однако в обоих случаях у значительной части животных вырабатывалось выраженное предпочтение к приему этанола. Животные при наличии у них выраженной биологической потребности предпочитали вместо адекватного подкрепления прием этанола (Судаков К. В. с соавт., 1988). У крыс, которые приобрели в конфликтных ситуациях на основе естественных потребностей алкогольную мотивацию, выявлено изменение свойств исходных мотиваций. У крыс-«алкоголиков», сформировавшихся на основе питьевой мотивации, которые предпочитали прием этанола, в ответ на электрическое раздражение «центра жажды» перифорникальной области латерального гипоталамуса вместо питьевой реакции, как это наблюдается у интактных животных, выявляется предпочтение этанола. Подведение к этим центрам через специально вживленные канюли гиперосмотических растворов и холинергических веществ вместо обычной стимуляции приема воды побуждало крыс-«алкоголиков» к приему этанола. У крыс-«алкоголиков» подведение к перифорникальной области латерального гипоталамуса ангиотензина-II в отличие от контрольных животных, у которых этот олигопептид всегда вызывает питьевые реакции, приводил только к возникновению ориентировочно-исследовательских, половых и пищевых реакций.

У крыс, у которых алкогольная мотивация сформировалась на основе оборонительной мотивации, выраженные изменения наблюдались в «центре страха» вентромедиального гипоталамуса (Судаков К. В., 1990).

Приведенные эксперименты свидетельствуют о том, что алкогольная мотивация формируется на основе натуральных механизмов биологических мотиваций. Этанол нарушает нейрохимическую интеграцию структур мозга, присущую естественным мотивациям. При этом происходят химические перестройки свойств мотивациогенных пейсмекеров гипоталамической области. Клетки этих центров гипоталамуса приобретают специфический аффинитет к молекулам этанола. В отсутствие приема

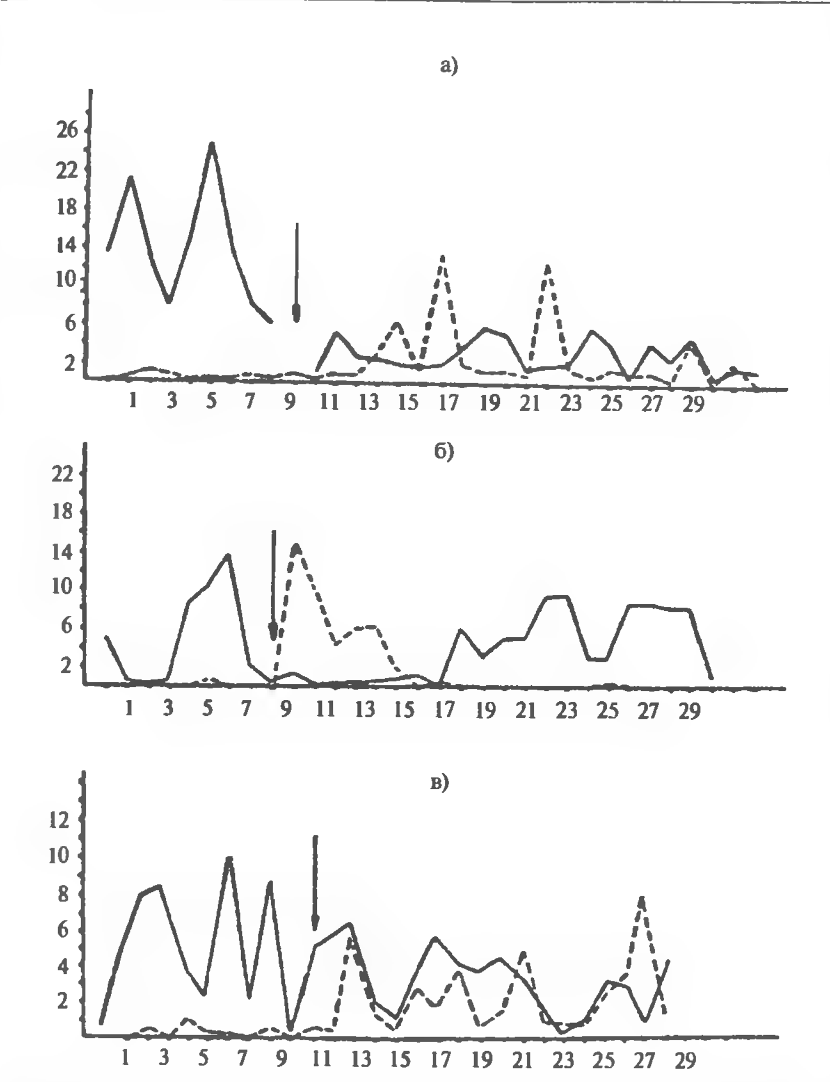


Рис. 5. Влияние микроаппликации разных олигопептидов на прием этанола у крыс со сформированной на основе водной потребности алкогольной мотивацией:
по осям ординат — количество принятого крысами этанола и воды, мл; по осям абсцисс — дни эксперимента; момент аппликации обозначен стрелками: а) — ангиотензин II (100 мкг в 10 мкл); б) — тетрапептид (5 мкг в 10 мкл); в) — брадикинин (0,5 мкг в 10 мкл); сплошная линия — количество принятого 20 % этанола; пунктирная — количество принятой воды

этанола они на основе восходящих активирующих влияний формируют неодолимую алкогольную мотивацию, активно направляющую субъект на прием этанола. Измененные в химическом плане мотивациогенные пейсмекерные центры гипоталамуса оказывают на мозг влияния, определяющие наркотическую зависимость от этанола. Вследствие этого изменяется характер зависимости поведения алкоголика, вся его деятельность направляется только на поиски и прием этанола.

В существующей научной литературе показано, что олигопептиды могут влиять на прием этанола у животных. Так, пептид, вызывающий дельта-сон (Буров Ю. В., Ведерников Н. Н., 1984), нейротензин и бомбезин (Hoffman P. L. et al., 1989; Luffinger D. et al., 1981) уменьшают у животных количество принимаемого этанола. Вазопрессин и его фрагменты повышают устойчивость к приему этанола у крыс и мышей (Rittman R. F. et al., 1980). В исследованиях В. Г. Зилова (1985) показано, что внутривенное введение вещества П частично восстанавливало нарушенную этанолом корково-подкорковую интеграцию пищевой и оборонительной мотивации.

Все это поставило перед нами вопрос, можно ли путем дополнительного введения олигопептидов восстановить исходные свойства гипоталамических пейсмекеров и нейрохимическую интеграцию мозга, нарушенную у животных систематическим введением этанола?

Действие олигопептидов проследили на животных, которые приобрели алкогольное влечение на основе мотивации жажды в условиях замены естественного приема воды этанолом.

Проведенные опыты показали, что даже однократное введение в боковые желудочки мозга или аппликация на слизистую глаза антиотензина-II или пептида, вызывающего дельта-сон, полностью на длительный срок (до 1–2-х месяцев) блокировали у крыс-«алкоголиков» влечение к этанолу. В условиях свободного выбора воды и этанола воднодепривированные крысы, ранее демонстрировавшие прием этанола, после введения им указанных олигопептидов проявляли только питьевые реакции (рис. 5).

Лей-энкефалин и его производные — энкефалиноподобный тетрапептид и β-эндорфин — при введении в боковые желудочки мозга снимали у животных-«алкоголиков» потребление этанола после 2–3-х суточной алкогольной депривации (Судаков К. В. с соавт., 1988).

Все это указывает на то, что олигопептиды способны восстанавливать, и притом на длительный срок, химическую интеграцию основных биологических мотиваций, нарушенную введением в организм этанола.

Приведенные эксперименты свидетельствуют о том, что патологическая алкогольная мотивация, образно говоря, «паразитирует» на структурно-функциональной основе натуральных биологических мотиваций. С помощью олигопептидов открываются заманчивые перспективы их коррекции.

1.2.2. Эмоции как ведущий информационный компонент психической деятельности

Ведущим компонентом информационной оценки мозгом внутренних потребностей и действия внешних факторов являются эмоции. Эмоции выступают в качестве своеобразных пеленгов внутренних и внешних воздействий на организм (Анохин П. К., 1966).

Эмоциональный уровень психической деятельности генетически детерминирован и не требует специального обучения. С помощью эмоций строится обучение, накапливаются знания, формируются психическая и мыслительная деятельность.

Отрицательные эмоции возникают и усиливаются во всех случаях рассогласования в деятельности той или иной функциональной системы: при возникновении различных метаболических потребностей, при действии на организм повреждающих факторов, а главное — во всех случаях, когда информация о достигнутых результатах не соответствует запрограммированным в акцепторе результатам действия — информационным свойствам потребных результатов.

Положительные эмоции формируются во всех случаях достижения субъектами потребных результатов. На основе неоднократных удовлетворений однотипной потребности формируется предвидение положительной эмоции удовлетворения потребности еще при ее возникновении за счет ее включения в аппарат акцептора результата действия. В определенной ситуации предвидятся и отрицательные эмоции, что в конечном счете создает вероятностное прогнозирование эмоциональных состояний (Симонов П. В., 1970, 1991). Системная организация психической деятельности на основе эмоциональной оценки осуществляется уже у новорожденного ребенка. Она может проявиться и у взрослого человека, оказавшегося, например, в кругу лиц, говорящих на чужом для него языке. Она особенно характерна для слепоглухонемых.

Элементарным системным актом психической деятельности у животных, строящейся на эмоциональной основе, является поведение самораздражения (Макаренко Ю. А., 1980). Результатом поведения самораздражения является эмоциональное ощущение — позитивное эмоциональное состояние, которое возникает у животного при замыкании цепи раздражающего положительные эмоциогенные структуры мозга электрического тока. Самораздражение строится на основе обучения, при котором ведущая роль принадлежит первичному эмоциональному ощущению (эмоциональному эквиваленту результата, по П. Н. Анохину), которое возникает при первом замыкании цепи раздражающего тока экспериментатором или при случайном нажатии животным на рычаг. Обучение на эмоциональной основе осуществляется по принципу запечатления (импринтинга). Эмоциональные ощущения формируют функциональную систему, включающую кроме поведения организованный

нейродинамический процесс, постоянно сопровождающийся эмоциональной оценкой предполагаемого и достигнутого результата. Можно думать, что аналогично этому, в любой форме инструментальной деятельности у животных нажатие на педаль или рычаг также оценивается эмоционально и может при определенных обстоятельствах превращаться в самостоятельную функциональную систему (Котов А. В., 1985).

Близко к этому по природе действие на организм наркотических веществ и алкоголя. Наркотик или алкоголь, вызывая положительную эмоцию прямо или опосредованно, может войти в тесные метаболические взаимоотношения с центрами основных биологических мотиваций (Воробьева Т. М., 1977; Келешева Л. Ф. с соавт., 1989). При отсутствии наркотика и алкоголя в указанных центрах формируется своеобразная метаболическая «ниша», постоянно активирующая нейроны соответствующих мотивациогенных центров гипоталамуса. Их раздражение, в свою очередь, вызывает потоки возбуждений, адресующиеся с помощью восходящих активирующих влияний практически ко всем структурам мозга до коры больших полушарий включительно. На этой основе у наркоманов возникает неотвратимое влечение к приему вызывающих положительные эмоциональные ощущения наркотиков или алкоголя, что и определяет их поступки.

Эмоциональная основа мышления, как можно увидеть из вышеизложенного, присуща как животным, так и человеку.

Благодаря эмоциям внешний мир из «объекта» превращается в «субъект», в переживание личности. Чувственное переживание, в свою очередь, отражается в сознании и процессах мышления (Чуприкова Н. И., 1985). На основе эмоциональных переживаний формируется эмоциональное сознание как эмоциональное отношение субъектов к предметам внешнего мира и к своему состоянию (Райков В. Л., 1998).

Точно также аппарат эмоциональной информационной оценки результатов поведения присущ как человеку, так и животным. Еще И. М. Сеченов указал на значение эмоций в становлении мыслительной деятельности ребенка.

«Самые простые наблюдения показывают, — писал И. М. Сеченов, — что корни мысли у ребенка лежат в чувствовании. Это вытекает уже из того, что все умственные интересы раннего детства сосредоточены исключительно на предметах внешнего мира; а последние познаются первично, очевидно, только чувствованием» (1953, с. 224–225).

Внутренние «системные чувства», такие как голод, жажда, благосостояние и усталость, постоянно наполняют, по мнению И. М. Сеченова, сознание. «У человека, — пишет И. М. Сеченов, — не может быть собственно никакого предметного ощущения, к которому не примешивалось бы системное чувство в той или иной форме» (1953, с. 306).

И. М. Сеченов, как мы указывали выше, первый обратил внимание на мышечное чувство, возникающее у человека при движении глаз

за внешними предметами, движении конечностей и, наконец, — при осуществлении речи. И. М. Сеченов рассматривал мышечное чувство как ведущий элемент психической деятельности.

Действительно, когда ребенок тянется к игрушке или следит глазами за перемещающимися предметами, положительные эмоции усиливаются сигнализациями, поступающими в мозг от проприорецепторов соответствующих мышц. Положительные эмоции, в свою очередь, закрепляют приобретаемые ребенком навыки общения с окружающим его миром. Уже у новорожденного яркие предметы или приятные звуки, связанные в первую очередь с родителями, вызывают приятные эмоциональные ощущения.

Путем эмоциональных ощущений, вызываемых посредством зрения, слуха, осязания и мыщечных сокращений, ребенок обучается различать предметы друг от друга, узнавать их, различать в предметах их свойства и взаимные отношения. При этом также ведущую роль играют положительные эмоции.

По мере знакомства с окружающими предметами у ребенка на основе чувственных ощущений создается эмоциональное отношение к различным объектам окружающего его мира и к своим внутренним состояниям. По аналогии с температурной, осязательной и мышечной схемами тела на динамической структуре акцептора результата действия формируется «эмоциональная схема действительности» — эмоциональный стереотип.

Эмоциональный стереотип консервативен. Как правило, нахождение человека в своей привычной семейной или производственной «нише» субъективно приятно, успокоительно. Всякое нарушение эмоционального стереотипа субъективно неприятно.

Эмоциональный стереотип определяет отношение человека к другим личностям, членам семьи, коллегам по работе, политическим лидерам, религиозным культам и т. д. С помощью эмоций человек и животные оценивают потребности и поведение других особей. Человек и животные через свои субъективные эмоциональные ощущения все время оценивают окружающий их мир: предметы, животных и людей, что особенно ярко проявляется в деятельности лектора, артиста, политического оратора и других. Указанные процессы составляют информационную идеальную сторону психической деятельности.

Эмоциональные ощущения присутствуют при любой форме обучения и в определенной степени руководят ими. Так, при обучении ходьбе ребенок в основном руководствуется эмоциональными ощущениями. При обучении, например, игре на музыкальном инструменте эмоциональные ощущения также играют императивную роль. Достижение результата всегда сопровождается положительной эмоцией и фиксирует соответствующую функциональную систему. Наоборот, недостижение результата сопровождается отрицательной эмоцией, порой даже слезами. Отрица-

тельная эмоция может явиться причиной прекращения обучения, а иногда — наоборот, стимулирует обучающихся к преодолению трудностей.

Оператором эмоционального стереотипа в результате обучения становится своеобразный интеграл субъективного «Я» — отношение личности к своему состоянию и предметам и субъектам окружающего личность мира. Эмоциональные ощущения по мере обучения все больше включаются в аппарат предвидения потребных результатов — акцептор результатов действия, вследствие чего субъекты приобретают способность опережающе реагировать соответствующими эмоциями на воздействия внешней среды. Эти процессы лежат и в основе эстетических удовольствий человека, например при созерцании балета, слушании музыки, при совершении различных обрядов и т. п. Эстетическое удовольствие, как правило, более остро при повторных воздействиях факторов, вызывающих положительные эмоции.

Чувственные ощущения ребенка с самых ранних этапов постнатального развития связываются с мышечными движениями, сначала с общими, а потом — локальными.

Двигательные реакции, как на это еще указывал И. М. Сеченов, не только помогают усиливать эмоциональные впечатления, но делают их более конкретными и точными. Они позволяют узнавать отношение и связь вещей окружающего нас мира и служат соединительным звеном между смежными впечатлениями на основе мышечного чувства, придавая им значение отношений в пространстве и времени. На основе взаимосвязи глаз, рук и ног при ходьбе с помощью мышечного чувства у ребенка формируются пространственные отношения. От чувственного восприятия ребенок на эмоциональной основе переходит к представлениям, понятиям, символизациям. Внешние впечатления расчленяются в сознании ребенка на группы и ряды, на отдельные их звенья и составные части по сходству их и смежности в пространстве и времени, а затем объединяются в специальные образы.

На основе ощущений формируются целенаправленные действия. Из слитных ощущений они становятся дискретными, приуроченными к отдельным «системоквантам» психической и поведенческой деятельности. Особо значимы для формирования эмоциональной сферы детские игры. В играх ребенок ставит себе задачи и достигает их решения. В формулировании задач совершенствуется собственное «Я», формируется самосознание.

Обучение все время строится по схеме: от неприятных ощущений потребности к положительной эмоции ее удовлетворения. Удовлетворение ведущей потребности, или подкрепление (достижение потребного результата), всегда сопровождается положительной эмоцией.

Как известно, И. П. Павлов первый продемонстрировал значение подкрепления в механизмах образования условных рефлексов. И. П. Павлов рассматривал подкрепление как самостоятельный сложный, например пищевой, оборонительный и т. п. безусловный рефлекс, строящийся на самостоятельной рефлекторной дуге, с которой в результате неоднократного взаимодействия устанавливается «временная связь» с рефлекторной дугой условного раздражителя. До сих пор, вслед за Павловым, ведущая роль в обучении придается подкрепляющим факторам (пища, электрический ток и т. д.). Однако, по-видимому, в механизмах обучения на основе подкрепления не менее важная роль принадлежит не столько самому подкрепляющему фактору, а эмоциональному ощущению и формированию субъективного эмоционального стереотипа. Близкие к этому представления высказал C. Hull (1943).

1.2.3. Языковое наполнение психической деятельности

Формирование под влиянием разнообразных подкреплений эмоциональных стереотипов — только первый этап обучения человека. По мере обучения ребенка эмоциональные стереотипы обрастают другой информационной формой — специальными языковыми символами устного или письменного характера, формированием языковых стереотипов

Психические процессы словесного уровня все время тесно взаимодействуют с психическими процессами эмоционального уровня, а также с базисными нейрофизиологическими механизмами, разыгрывающимися в мозгу, составляя в целом сложную интеграцию нейропсихических процессов.

Этот уровень психической деятельности присущ только человеку, требует специального обучения, в первую очередь языку, и включает в своем становлении все стадии и элементы мышления, столь прозорливо описанные И. М. Сеченовым, — желание, хотение, ощущение, впечатление, воспроизведение на основе ощущений и впечатлений свойств внешних предметов и запоминание, которые приобретают языковое выражение.

В настоящее время широко распространено представление о том, что если левое полушарие определяет функции языка и речи, то правое полушарие обеспечивает высшие формы чувственного восприятия, пространственных представлений и памяти. Все больше последователей получает концепция о деятельности полушарий мозга на основе их взаимной дополнительности (Костандов Э. А., 1983; Gazzaniga M. S., Le Doux J. E., 1978; Брагин Н. Н., Доброхотова Т. Д., 1988; Sperry R. W., 1982).

Эта точка зрения хорошо согласуется с теорией функциональных систем, которая постулирует, что в осуществлении результативной поведенческой или мыслительной деятельности оба полушария динамически взаимосодействуют достижению субъектом конечных приспособительных результатов, осуществляя тесную интеграцию эмоциональных ощущений со словесной формой отражения действительности.

В отличие от животных человек на словесной и речевой основе осознает не только свои биологические потребности, но и потребности других индивидов, так же как и социальные потребности, обусловленные взаимодействием людей в производственных и бытовых коллективах обществ различных общественно-экономических формаций. Осознание потребностей у человека также происходит с помощью субъективных эмоциональных ощущений, которые в процессе индивидуального и общественного обучения тесно сплетаются со словесными построениями.

Результаты психической деятельности у человека имеют эмоциональную и словесную значимость. Из этого следует, что операциональная архитектоника психических процессов определяется информационно эмоциональными и словесными эквивалентами. В этом вопросе теория функциональных систем тесно перекликается с учением И. П. Павлова о первой и второй сигнальной системах действительности. Однако нетрудно заметить и различие в этих подходах. Представления И. П. Павлова строятся на оценке сигналов (условных раздражителей физического и словесного характера). Теория функциональных систем в построении психической деятельности исходит из оценки результата, который определяет информационное наполнение соответствующей функциональной системы психического уровня. В случае биологических потребностей у животных возникающая на их основе мотивация с помощью соответствующей эмоции и свойств соответствующих результатов, удовлетворяющих эту потребность, строит психическую деятельность преимущественно на отражении этой потребности. Социально обусловленные потребности и мотивации у человека строят психическую деятельность на эмоциональной и языковой основе.

Информационное наполнение соответствующего акцептора результата действия в каждой функциональной системе зависит от свойств параметров потребных результатов. В случае, если результат имеет только физические параметры, психическая деятельность организуется в основном на эмоциональных эквивалентах физических свойств результата. В случае, если результат деятельности имеет речевые словесные параметры, психическая деятельность организуется на информационной эмоциональной и словесной основах.

С позиций развиваемых нами представлений о функциональных системах психической деятельности (Судаков К. В., 1984) можно сказать, что только у человека информационный эквивалент этих функциональных систем связан с речевой функцией. У животных эти процессы ограничиваются физическим и эмоциональным уровнями.

На базе эмоциональных стереотипов в аппарате акцептора результата действия создаются языковые информационные стереотипы, характерные для каждого языка. Информационная оценка результатов деятельности посредством языка присуща только человеку. Информационные

словесные стереотипы составляют у человека основу процессов абстрагирования и построения мыслительной деятельности. Как правило, первым словом ребенка выступает объект внешнего мира (родители, пища, игрушки и т. п.), удовлетворяющий ту или иную его потребность и связанный с положительными эмоциональными ощущениями. Сами потребности ребенка, будучи отражением его отрицательных эмоциональных переживаний, в это время проявляются только в его жестах, мимике, плаче и т. д. В дальнейшем, по мере неоднократного подкрепления и формирования аппарата предвидения, ребенок произносит слово, отражающее потребность и действие, обеспечивающее ее удовлетворение.

Нетрудно заметить, что процессы формирования языка развертываются на первичной сенсорной, чувственной основе, своеобразном сенсорном насыщении (Судаков К. В., 1992 в).

В формировании языковых стереотипов существенная роль принадлежит различным инструкциям, выступающим в роли словесного подкрепления. Инструкция на сенсорной основе при любой форме обучения — устной и письменной речи, военным и спортивным навыкам и т. п. по механизму импринтинга формирует акцептор результата действия (Судаков К. В., 1984). Со сформированным инструкцией акцептором результата действия с помощью обратной афферентации постоянно сравниваются реально достигаемые результаты поведения. Разновидностью подкрепления, участвующего в формировании психической деятельности человека и животных, является подражание, а также игры, в которых на эмоциональной и словесной основе подрастающие субъекты осваивают внешнюю среду и таким образом обогащают акцептор результата действия энграммами о параметрах потребных результатов соответствующих функциональных систем и о способах их достижения.

В извлечении создаваемых подкреплениями механизмов акцептора результата действия ведущая роль принадлежит доминирующей мотивации (Судаков К. В., 1995).

1.2.4. Системное квантование психической деятельности

С помощью субъективных ощущений, осмысливания предметных воздействий окружающего мира, оперируя словесными символами, человек осуществляет **психическое квантование поведения** (Судаков К. В., 1992 а).

Различные потребности и их удовлетворение расчленяют психическую деятельность человека на результативные отрезки — «системокванты», в которых программируется психическая деятельность, направленная на удовлетворение этих потребностей, и оцениваются достигнутые результаты.

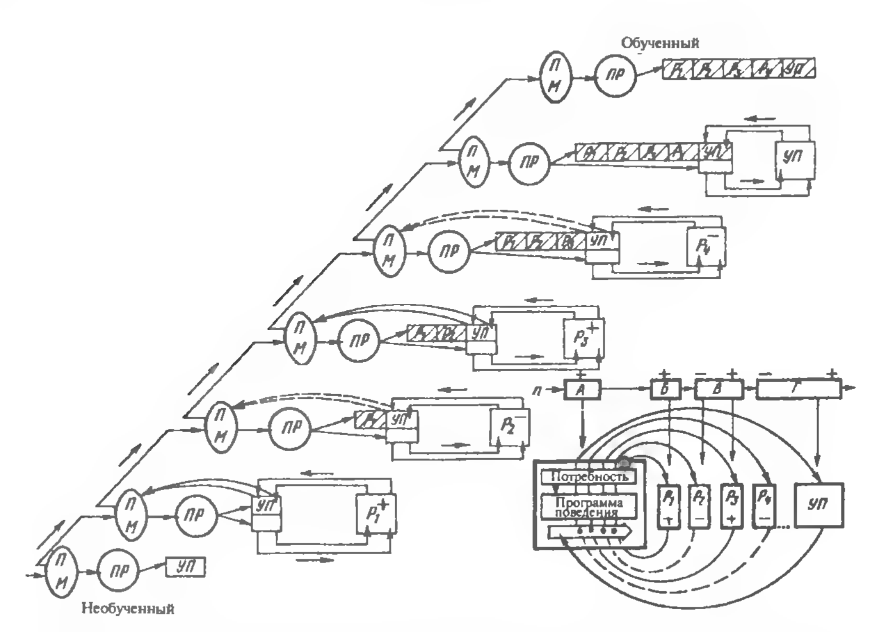


Рис. 6. «Системоквант» психической деятельности (справа в углу) и принципиальная схема обогащения акцептора результата действия в динамике психической деятельности и обучения (слева):
P_1—P_4 — промежуточные результаты поведения, способствующие (+) и препятствующие (−) удовлетворению исходной потребности; П — потребность; М — мотивация; ПР — принятие решения; УП — удовлетворение потребности; n → А → Б → В → Г → n — внешние возмущающие факторы

Каждый «системоквант» психической деятельности включает информационные свойства исходной потребности и формирующейся на ее основе доминирующей мотивации. Мотивация, в свою очередь, строит мысль или поведение, направленное на удовлетворение исходной потребности. При этом с помощью обратной афферентации постоянно оцениваются промежуточные и конечный результат, удовлетворяющий соответствующую потребность (рис. 6).

Потребности живых существ и их удовлетворение являются критическими моментами дискретных «системоквантов» поведения и психической деятельности. При удовлетворении потребности каждый «системоквант» психической деятельности заканчивается, и деятельность человека начинает определяться новой потребностью, которая формирует следующий «системоквант» психической деятельности и т. д. Неудовлетворение потребности ведет к напряжению психической деятельности,

преодолению препятствий, к высшим формам творческой и духовной активности человека.

Таким образом, пространственно-временной континуум психической деятельности человека расчленяется на дискретные психические процессы, включающие потребность и ее удовлетворение. При этом в качестве полезных приспособительных результатов психической деятельности могут выступать отдельные слова или обобщенные понятия.

В каждом «системокванте» психической деятельности заключены процессы предвидения свойств потребных результатов. Вследствие этого особенностью психического квантования поведения у человека является его выраженный, опережающий по отношению к событиям окружающей среды, характер.

Процессы квантования психической деятельности разыгрываются в каждой функциональной системе психического уровня организации на структуре акцептора результата действия. По мере знакомства индивида с окружающим его миром происходит своеобразное «обогащение» акцептора результата действия соответствующих «системоквантов» психической деятельности (рис. 6). Повторение воздействия (подкрепления) «отшлифовывает» энграммы акцептора результата действия и делает все более легким их воспроизведение.

Системное квантование психической деятельности, так же как и «системоквантов» других уровней организации, происходит по принципу саморегуляции — за счет постоянной оценки субъектом с помощью обратной афферентации запрограммированных в акцепторе результатов действия промежуточных (этапных) и конечного результатов, удовлетворяющих его ведущие психические потребности. Каждый этап психической деятельности, так же как и действие на организм различных факторов внешней среды, всегда оценивается в плане удовлетворения ведущей потребности организма. Если достигнутые результаты, их параметры, действующие на рецепторы организма, и возникающая при этом обратная афферентация соответствуют свойствам акцептора результата действия и удовлетворяют исходную потребность, реализующийся «системоквант» психической деятельности завершается. Новая потребность формирует очередной «системоквант» психической деятельности и т. п. В случаях, когда параметры достигнутых результатов не соответствуют свойствам доминирующего акцептора результата действия, возникает ориентировочно-исследовательская деятельность, сопровождающаяся разной степенью выраженности отрицательной эмоции. На этой основе происходит перестройка афферентного синтеза, принимается новое решение, осуществляется коррекция акцептора результата действия, и деятельность человека направляется на достижение скорректированного результата.

На основе квантования психической деятельности строятся процессы абстрагирования. Именно эти процессы определяют различные

проявления психической деятельности, начиная с интуитивных догадок, логических операций и кончая творческой деятельностью человека.

Логическая психическая деятельность мозга также всегда развертывается путем формирования на структурах акцептора результата действия соответствующих «системоквантов».

Сначала формируется задача — акцептор результата действия, после чего за счет полученных ранее знаний и навыков или с учетом допущенных ошибок при постоянной оценке промежуточных результатов достигается главная цель — решение поставленной задачи.

Центральная архитектоника функциональных систем, осуществляющая «системокванты» психической деятельности, представляет динамику информационных процессов, разыгрывающихся на структурной основе мозга, и включает информационные процессы трансформации: 1) ведущей потребности в мотивационное возбуждение, 2) мотивации в поведенческую деятельность или мысль и 3) подкрепляющих воздействий в деятельность акцептора результата действия, оказывающего, в свою очередь, обратные информационные влияния на процессы афферентного синтеза. Все эти процессы на каждом этапе системной организации психической деятельности возможны благодаря сменяющим друг друга потокам информации без потери информационного смысла. В этих процессах наряду с импульсной активностью нейронов существенную роль выполняют биологически активные вещества — информационные молекулы, в частности гормоны, олигопептиды, иммунные комплексы, цитокины и др. Одни информационные молекулы передают информацию о метаболической потребности к нейронам мозга, формирующим соответствующую мотивацию. Другие определяют доминирование мотиваций на стадии афферентного синтеза, третьи — процессы трансформации доминирующей мотивации в поведение, четвертые — оценку достигнутых результатов при поступлении обратной афферентации к структурам мозга (Судаков К. В., 1988). Структурные элементы мозга — нейроны, синапсы, глиальные клетки — выступают в качестве материальных носителей информационных процессов, на которых информационные молекулы строят психическую деятельность. «Системокванты» психической деятельности могут формироваться под влиянием предварительного обучения, инструкции или самоинструкции.

По характеру организации, так же как и в отношении поведения, можно говорить о последовательном, иерархическом и смешанном квантовании психической деятельности (рис. 7).

Последовательное квантование состоит в последовательной смене во времени отдельных «системоквантов» психической деятельности различного значения. В этом случае удовлетворение одной психической потребности приводит к формированию следующей потребности. Ее

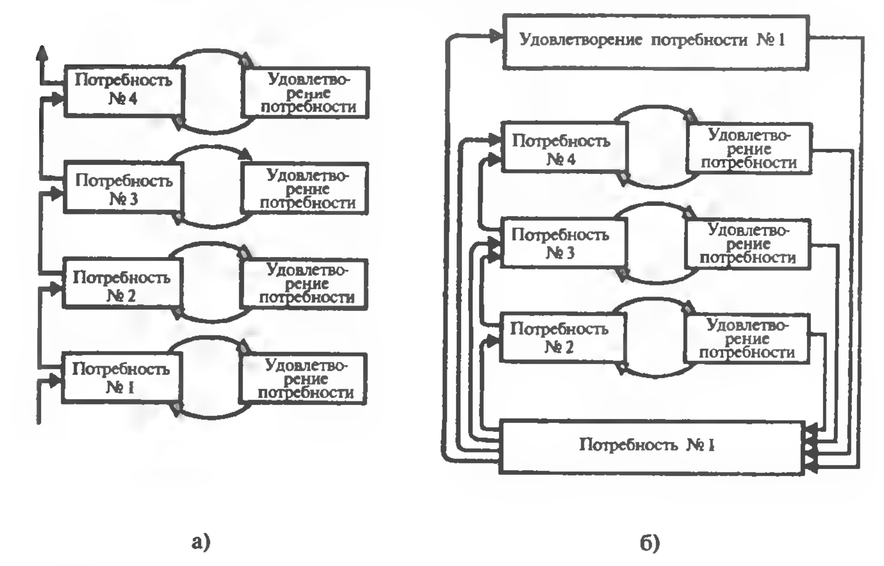


Рис. 7. **Виды квантования психической деятельности:**
а) — последовательное;
б) — иерархическое квантование психической деятельности

удовлетворение, в свою очередь, приводит к формированию следующей потребности и т. д.

Примером последовательного квантования психической деятельности может служить любая мыслительная деятельность человека. Совершив одну операцию, получив необходимый результат, человек переходит к следующей такой же операции и т. д. Такого рода операции, как правило, в процессе отработки навыков становятся автоматизированными и осуществляются у человека на подсознательном уровне. Принцип последовательного квантования используется при построении устной и письменной речи, в построении фраз, предложений, мыслей и т. д.

В случае **иерархического** квантования психической деятельности удовлетворение ведущей потребности может быть значительно отодвинуто во времени и для этого должны быть удовлетворены несколько промежуточных потребностей, объединенных как в последовательный, так и в иерархический ряд. Примером может служить конструирование человеком любого изделия, когда для создания конечного продукта необходимо решить ряд промежуточных задач со своими конечными результатами.

Смешанный тип квантования включает психическую деятельность, при которой последовательное квантование на определенных участках чередуется с иерархическим квантованием, и наоборот. Смешанным кван-

тованием поведения практически охвачена вся жизнь человека от рождения до смерти, включая отдых и сон. Между «системоквантами» ответственной психической деятельности человека могут включаться «системокванты», обусловленные биологическими и другими потребностями.

1.2.5. Акцептор результата действия — арена формирования функциональных систем психической деятельности

Словесная или письменная инструкция формируют у человека акцептор результата действия, в котором на информационной основе программируется определенная цепь потребных результатов и ведущих к ним действий — «энграмма», которая при наличии у человека внутренней мотивации или под действием обстановочных, особенно специальных пусковых стимулов, организуется в специальную функциональную систему психической деятельности. Эта функциональная система реализуется в окружающей человека среде на основе его целенаправленных действий и достижения определенных лично и социально значимых для него результатов

Такая форма поведения подробно изучена И. С. Бериташвили и его учениками.

Как известно, И. С. Бериташвили сформулировал представления об образной психонервной деятельности животных.

Исследуя поведение собак по методике свободного перемещения с 1926 г., И. С. Бериташвили столкнулся с такими фактами, которые нельзя было объяснить с позиции условных рефлексов: после первого же подкрепления из какой-либо кормушки голодное животное устремлялось к ней без сигнала через минуту после кормления, через час или на следующий день. Как известно, на условный сигнал собаки обычно начинают двигаться к кормушке только после многократного подкрепления. С другой стороны, оказалось, что если животные случайно обнаруживали пищу в совершенно необычном месте, они и в те, и в ближайшие дни постоянно устремлялись к данному месту. Если в одном месте за ширмой животному предъявляли небольшое количество мяса, а в другом месте — большое, то, как правило, собаки шли сначала к той миске, где было большое количество мяса, а потом уже к миске с его малым количеством. Эти и многие другие факты убедили И. С. Бериташвили в том, что у собак, а также у других высших позвоночных, при первом же восприятии местонахождения пищи создается образ пищи или конкретное представление о ней, ее местонахождении в данной среде и об ее количестве. Этот образ сохраняется и затем репродуцируется соответствующей обстановкой. Поведение, регулируемое образом, И. С. Бериташвили первоначально назвал психонервным. Позднее он назвал его образным поведением.

В результате многолетнего планомерного изучения индивидуально-приобретенного, образного пищевого поведения у животных И. С. Бериташвили удалось установить ряд характерных закономерностей, лежащих в основе образной психонервной деятельности:

1. Психонервная активность способна интегрировать элементы внешней среды в единое переживание, воспроизводящее целостный образ, для чего достаточно, чтобы животное хотя бы один раз восприняло эту среду.
2. Психонервный комплекс образа очень легко воспроизводится под влиянием только одного компонента внешней среды или какого-либо раздражения, напоминающего эту среду.
3. Психонервный комплекс образа может воспроизводиться спустя много дней, недель или даже месяцев после первого, начального восприятия животным жизненно важного раздражителя.
4. При психонервной деятельности легко устанавливаются временные нервные связи между психонервным комплексом — образом и двигательными центрами мозга. По этой причине индивидуально приобретенные реакции, направляемые образами, легко автоматизируются.
5. Двигательная активность животных при репродукции образа зависит от давности его возникновения, от жизненного значения этого объекта, от расстояния, отделяющего животное от проецируемого во вне образа.

И. С. Беритащвили полагал, что нервный субстрат образной психонервной деятельности находится исключительно в неокортексе. Субъективное переживание в виде зрительных, слуховых, тактильных и других ощущений, по его мнению, возникает в результате возбуждения звездчатых нейронов с короткими аксонами. Звездчатые нейроны И. С. Бериташвили называл сенсорными и считал, что наивысшей формы развития достигают те из них, аксоны которых разветвляются и оканчиваются на дендритах и теле того же нейрона. Этот механизм И. С. Бериташвили связывал с субъективным переживанием. Обычно подобные нейроны располагаются гнездами. Как считал И. С. Бериташвили, сенсорные нейроны одного гнезда соответствуют одной сенсорной модальности. Известно, что большинство сенсорных нейронов с околоклеточной аксонной сетью расположено в IV слое первичных воспринимающих областей, где оканчивается основная масса афферентных окончаний специфических таламических волокон. Наибольшее количество таких нейронов обнаружено у человека и обезьян, меньше у собак и кошек.

И. С. Бериташвили следующим путем представлял, например, создание в коре зрительного образа. Афферентные пути из сетчатки, распространяющиеся к первичной проекционной зоне на звездчатые нейроны, оканчиваются на них околоклеточной аксонной сетью и без такой сети. Аксоны последних идут вверх или вниз к пирамидным нейронам. Эти же афферентные пути оканчиваются в средних слоях коры первичной зоны (17 поле) на малых пирамидных нейронах. Последние связаны с ассоциационными пирамидными нейронами этой

же зоны. От пирамидных нейронов возбуждение передается вставочным и ассоциационным нейронам вторичной зоны (18, 19 поля) той же воспринимающей области, а также нейронам других ассоциационных областей. Из всех этих вторичных воспринимающих областей ассоциационные пирамиды посылают свои аксоны в первичные воспринимающие области и оканчиваются как на сенсорных звездчатых нейронах, так и на промежуточных и ассоциационных пирамидных клетках. Через эти ассоциационные нейроны возбуждаются те самые звездчатые нейроны, которые возбуждались первично от раздражения рецепторов. А так как вторично возбужденные пирамидные нейроны первичной воспринимающей зоны могут возбуждать ассоциационные пирамиды во вторичных воспринимающих зонах и ассоциационных областях, то первичная зона снова может активироваться. Такое вращение, или реверберация, возбуждения по замкнутым нейронным кругам может повторяться с частотой 50 Гц, создавая зрительный образ воспринимающего объекта.

В 1968 г. П. К. Анохин сформулировал гипотезу, согласно которой аппарат акцептора результата действия в функциональных системах формируется за счет распространения возбуждений по коллатералям аксонов пирамидных клеток к вставочным нейронам. Последние, благодаря кольцевым взаимосвязям, способны сохранять возбуждение до достижения животным реального результата и постоянно оценивать обратную афферентацию, поступающую в ЦНС при действии разных параметров результата на соответствующие рецепторы.

Нетрудно заметить чрезвычайное сходство указанных представлений И. С. Бериташвили и П. К. Анохина. И. С. Бериташвили, касаясь исследований П. К. Анохина, писал, что «Анохин, который систематически изучал у животных сложные формы поведения, признает существенное регулирующее значение психонервного процесса представления или конкретного образа в поведении животных». Для обозначения образа, представления П. К. Анохин применяет термин «акцептор действия». Так называет П. К. Анохин добавочный комплекс афферентных следов от прежних подкреплений, который репродуцируется у животных при условном сигнале. Очевидно, акцептор действия обозначает тот же психонервный процесс представления, который создается у животного при подкреплении в данной обстановке. П. К. Анохин пишет: «Образуясь под влиянием внешних воздействий и составляя часть всякого условного возбуждения, “акцептор действия” выполняет решающую функцию приспособительного поведения: на основе полученных разнообразных импульсаций с периферии он (акцептор действия. — *И. Б.*) определяет степень точности и достаточности выполненных актов по отношению к исходным побудительным раздражителям. Это рассуждение означает, что образ пищи и обстановки пищевого подкрепления, который воспроизводится условным раздражением, регулирует последующее пищевое поведение животного» (Бериташвили И. С., 1969, с. 219).

В другом месте И. С. Бериташвили писал: «П. К. Анохин впервые обратил внимание на целенаправленное течение и завершение поведения и выработал определенную концепцию для его понимания. Он предположил, что в этом целенаправленном регулировании поведения существенное значение имеет та афферентная импульсация, которая происходит в период осуществления поведенческого условно-рефлекторного акта. Анохин назвал ее обратной афферентацией, которая сообщает центральной нервной системе о достаточности или недостаточности произведенного действия. В случае недостаточности она посылает разного рода дополнительную импульсацию для осуществления полноценного приспособительного акта (Анохин П. К. Проблема центра и периферии. Вступительные статьи. Горький, 1935)».

И. С. Бериташвили ставил вопрос: какая обратная афферентация играет роль в поведении? Он полагал, что животное осуществляет образное поведение согласно зрительному и вестибулярному образу местонахождения пищи за счет зрительной, а при отсутствии — путем обратной афферентации от лабиринтных рецепторов.

Нетрудно заметить, что «образ» в понятии И. С. Бериташвили соответствует «акцептору результата действия» в системной архитектонике поведенческого акта у П. К. Анохина.

Можно думать, что понятия «образ» и «акцептор результата действия» у И. С. Бериташвили и П. К. Анохина означают один процесс. Различие в подходах к объяснению поведения во взглядах И. С. Бериташвили и П. К. Анохина заключается в следующем. У И. С. Бериташвили процесс обучения животных начинается с показа животным, испытывающим доминирующую потребность, подкрепляющего предмета. Свойства подкрепления на основе механизма памяти в последующем определяют направление действий животного.

В представлениях П. К. Анохина поведенческий и психический акт различной степени сложности развертывается на основе доминирующей потребности с формированием инициативной стадии системной организации поведения — стадии афферентного синтеза. Именно афферентный синтез в системной архитектонике поведенческого акта, по П. К. Анохину, определяет формирование всех других последующих узловых стадий.

В опытах И. С. Бериташвили с точки зрения теории функциональных систем процесс начинается с другого конца — с действия параметров подкрепляющего раздражителя, например, пищи, на рецепторы мотивированного потребностью животного (рис. 8). При этом на основе обратной афферентации формируется своеобразный «отпечаток» подкрепления на структурах акцептора результата действия. В лаборатории П. К. Анохина этот процесс получил название «обогащение акцептора результата действия». Исходная мотивация и пусковой условный стимул еще более активируют этот «образ» пищевого подкрепления, место его нахождения и способы достижения.

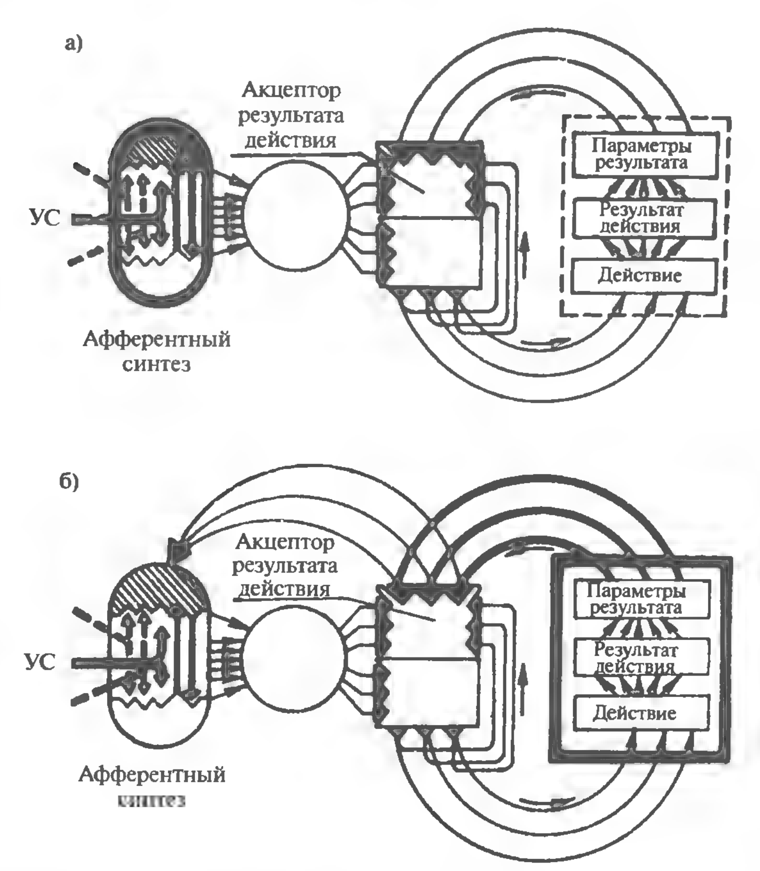


Рис. 8. Схема двух возможных механизмов развертывания психического акта: а) — психический акт развертывается на основе первичного формирования стадии афферентного синтеза; б) — психический акт формируется на первичной основе инструкции, т. е. формирование акцептора результата действия; УС — условный стимул; стрелки показывают направление движения системных процессов

С позиций теории функциональных систем эксперименты И. С. Бериташвили с предъявлением голодным животным пищи и последующим тестированием у них процессов памяти могут рассматриваться как системный процесс активации доминирующей мотивации со стороны обогащенного акцептора результата действия. Благодаря обратным влияниям от акцептора результата действия к афферентному синтезу, а также под влиянием условного сигнала формируется целенаправленный поведенческий акт с процессом принятия решения и постоянным

сопоставлением достигнутого результата с аппаратом акцептора результата действия.

Экспериментальная модель И. С. Бериташвили близка модели Л. В. Крушинского (1977) по выработке так называемых экстраполяционных рефлексов. Как известно, в опытах Л. В. Крушинского животные после однократного предъявления им двигающегося в определенном направлении подкрепляющего раздражителя способны предвидеть (экстраполировать) направление движения этого фактора. Нетрудно заметить, что и в опытах Л. В. Крушинского также происходит обогащение аппарата акцептора результата действия подкрепляющим раздражителем и использование животными генетического и индивидуально приобретенного опыта поведения в меняющейся среде обитания.

Следует подчеркнуть, что в теории функциональных систем влияние акцептора результата действия на процессы афферентного синтеза рассматривалось только в случаях «рассогласования», т. е. когда параметры достигнутого результата не соответствовали свойствам акцептора результата действия. Показано, что при этом у животных усиливается ориентировочно-исследовательская деятельность, которая приводит к перестройке процессов афферентного синтеза, принятию нового решения и перестройке поведенческого акта в новом направлении.

Представления И. С. Бериташвили заставляют принять новую форму влияния акцептора результата действия на процессы афферентного синтеза. При запечатлении свойств подкрепления на структурах акцептора результата действия активируется доминирующая мотивация. Этот механизм остается пока еще мало изученным, хотя он в какой-то степени нашел отражение в работах Н. Ю. Беленкова (1980) и Г. Н. Рычковой (1981).

Все изложенное выше свидетельствует о том, что принципиальные различия в представлениях И. С. Бериташвили и П. К. Анохина о сложных формах поведения отсутствуют. Оба исследователя имели дело с одним и тем же объективно существующим системным процессом поведения.

П. К. Анохин рассматривал динамику психического акта в последовательности от формирования афферентного синтеза к акцептору результата действия. И. С. Бериташвили рассматривал такие формы психического поведения, когда по существу формирование акцептора результата действия осуществляется первично, на основе предъявления животным подкрепления. В результате обогащения аппарата акцептора результата действия и действия условного сигнала в опытах И. С. Бериташвили происходила вторичная активация процессов афферентного синтеза, ведущая к целенаправленному действию.

Представления о «системоквантах» поведения, согласно которым поведенческий континуум животных расчленяется на отдельные результативные отрезки, мотивированные потребностью, с точки зрения взглядов И. С. Бериташвили, также получают новое развитие. Доминирующая мотивация, возникающая на основе соответствующей потребности

и формирующая тот или иной «системоквант», задает направление психического акта, что находится в полном соответствии с представлениями П. К. Анохина о системной архитектонике поведенческого акта.

С точки зрения представлений И. С. Бериташвили, результат поведения, в свою очередь, также может организовывать соответствующий «системоквант» психической деятельности, активируя соответствующую доминирующую мотивацию. Иными словами, между потребностью и результатом, удовлетворяющим доминирующую потребность, существует динамическое двустороннее взаимодействие. «Образ» или акцептор результата действия может создаваться параметрами подкрепления при его непосредственном или даже дистанционном действии. С другой стороны, образ подкрепления в форме акцептора результата действия может оживляться мотивацией или условным стимулом на основе предшествующего опыта.

Аналогичные процессы происходят при действии на человека инструкции. Инструкция «отпечатывается» на структурах мозга, создавая своеобразную модель деятельности — «энграмму». Эта энграмма при возникновении очередной соответствующей потребности активируется доминирующей мотивацией и формирует психический акт соответствующей направленности.

Словесная или письменная инструкция формирует у человека энграмму акцептора результата действия, в которой программируется определенная цепь потребных результатов и ведущих к ним действий и которая при наличии у человека внутренней мотивации или под действием обстановочных, особенно специальных пусковых стимулов, организуется в специальную функциональную систему психической деятельности. Эта функциональная система реализуется в окружающей человека среде на основе его целенаправленных действий и достижения определенных лично и социально значимых для него результатов.

Отпечаток на канве доминирующей мотивации под влиянием подкрепления происходит сразу, практически с первого раза, чем данная форма обучения отличается от условного рефлекса.

Сходство основных положений теории функциональных систем П. К. Анохина и теории психонервной деятельности И. С. Бериташвили указывает на то, что эти обе теории с разных сторон отражают объективную реальность — динамическую организацию функциональных систем сложных форм поведения и психической деятельности.

Обе указанные теории имеют прямое отношение к формированию целенаправленной деятельности и особенно к той форме психической деятельности, которая И. П. Павловым характеризовалась у антропоидов как «улавливание связей с внешним миром».

В 1986 г. в качестве нейрональной ячейки системной организации отдельного «системокванта» поведения мы предложили следующую интегративную организацию. Эта нейрональная организация, прежде всего, включает комплекс сенсорных элементов, на которые конвергируют потоки доминирующего мотивационного возбуждения, порождаемого ведущей метаболической потребностью. На них же конвергируют возбуждения, вызванные действием на организм обстановочных и пусковых раздражителей. На уровне коры больших полушарий роль этих сенсорных элементов, возможно, выполняют корзинчатые и звездчатые клетки. Интегрированное на уровне сенсорных элементов возбуждение адресуется, в конечном счете, на исполнительные вегетативные центры и пирамидные нейроны коры больших полушарий, на мембранах которых и особенно в их нейроплазме происходят заключительные процессы афферентного синтеза, связанные с нейрональными механизмами принятия решения к действию и выходом определенной конфигурации возбуждений на аксоны. Распространение копий эффекторных команд на вставочные нейроны, составляющие аппарат акцептора результата действия, определяет опережающее возбуждение в «системокванте» поведения. Подкрепляющие возбуждения, идущие от результатов поведенческой деятельности, адресуются преимущественно к интернейронам, составляющим аппарат акцептора результата действия и от них снова — к мотонейронам и вегетативным центрам (рис. 9).

Именно такая циклическая динамическая организация лежит, на наш взгляд, в основе процессов психической деятельности.

Указанное предположение подтверждают эксперименты В. А. Правдивцева (1978). В. А. Правдивцев изучал изменения импульсной активности отдельных нейронов зрительной коры на антидромное раздражение пирамидного тракта с последующим электрокожным воздействием на кошек. Ему удалось продемонстрировать, как постепенно, по мере увеличения числа сочетаний, отдельные нейроны, не реагирующие сначала на антидромное раздражение пирамидного тракта и активно отвечающие только на электрокожное воздействие, в ответ на антидромное раздражение пирамидного тракта начинали отвечать реакцией, характерной для электрокожного воздействия. Значит, по мере повторных сочетаний электрокожное воздействие запечатлялось на нейронах акцептора результата действия и воспроизводилось раздражением пирамидного тракта.

Таким образом, на отдельных, составляющих акцептор результата действия нейронах постоянно взаимодействуют мотивационные и подкрепляющие возбуждения. Поведенческий и психический акт соответствующей направленности заканчивается только в том случае, когда обратная афферентация от параметров достигнутых результатов полностью соответствует ожидаемым, запрограммированным в акцепторе результата действия, т. е. при удовлетворении исходной потребности.

Нетрудно заметить, что изложенные выше представления о нейрональной ячейке системной организации поведенческого акта существенно отличаются от имеющихся в научной литературе представлений о «колонках», «модулях» и микросистемах (Батуев А. С., 1986; Коган А. Б.,

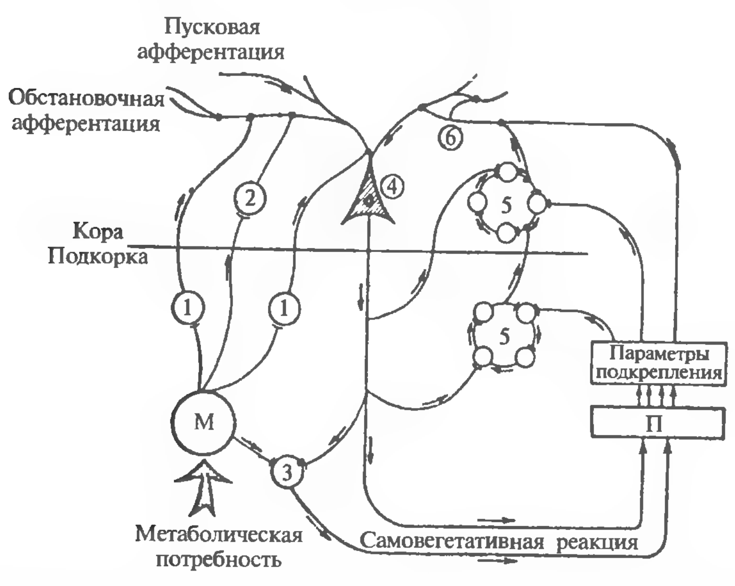


Рис. 9. Схема иейронной организации «системокванта» психической деятельности.
Возбуждение мотивациогенного центра (М) распространяется в восходящем иаправлении иа подкорковые нейроны (1) и нейроны коры головиого мозга (2). В результате взаимодействия мотивационных, обстановочных и пусковых возбуждений пирамидные нейроны коры (4) распространяют потоки эфферентных возбуждений по пирамидному тракту на исполнительные вегетативные и моторные центры (3), а также на группы вставочных интернейронов (5), составляющих аппарат акцептора результата действия. Обратная афферентация от параметров достигнутых результатов (подкрепление П) распространяется, в свою очередь, к вставочным интернейронам (5) и пирамидным нейронам коры головиого мозга (6)

1979 и др.). Во всех этих представлениях отсутствует фактор, объединяющий нейроны в организованную популяцию. В системную нейрональную ячейку включается системообразующий фактор — результат поведенческой и психической деятельности.

Ведущая роль в интегративных процессах формирования акцептора результата действия принадлежит доминирующей мотивации. Гипотетически механизмы участия доминирующей мотивации в процессах фиксации функциональной системой опыта по удовлетворению потребностей и извлечения его из памяти можно представить следующим образом (рис. 10). Доминирующее мотивационное состояние, формирующееся на основе той или иной потребности, как организованный специфический корково-подкорковый комплекс, представляет собой функциональ-

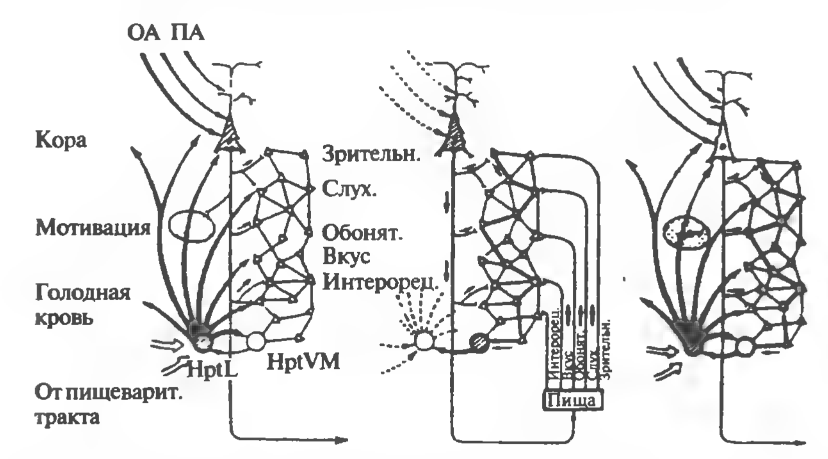


Рис. 10. Схема формирования акцептора результата действия при исходной пищевой мотивации и пищевом подкреплении:
1 — на основе восходящих активирующих влияний доминирующей пищевой мотивации пирамидные нейроны через коллатерали пирамидного тракта активируют систему вставочных нейронов, расположенных на разных уровнях ЦНС и составляющих акцептор результата действия; 2 — к возбужденным мотивацией вставочным нейронам при достижении результата поступает обратная афферентация от его различных параметров, действие которой «отпечатывается» на нейронах, составляющих акцептор результата действия; 3 — при очередном возникновении мотивации на нейронах акцептора результата действия под ее влиянием активируется энграмма потребного результата; ОА — обстановочная афферентация; ПА — пусковая афферентация; HptL и HptVM — летеральный и вентромедиальный отделы гипоталамуса соответственно

ную «канву» избирательно возбужденных синаптических и нейрональных образований мозга. На этой «канве» подкрепляющие этапные и завершающие возбуждения пишут своеобразный «узор», или энграмму. Этот «узор» по мере неоднократных подкреплений отшлифовывается в форме специфической корково-подкорковой архитектуры, в которой синаптические и нейрональные элементы объединены в пространственно-временных соотношениях. При каждом очередном возникновении соответствующей потребности доминирующее мотивационное возбуждение на основе сканирующих голографических механизмов последовательно возбуждает элементы выработанной на основе предшествующего опыта энграммы, возбуждая их до конечного пункта, связанного с получением будущей информации об удовлетворении соответствующей потребности. Этот комплекс избирательно возбужденных корково-подкорковых аппаратов, представляющий нейрофизиологическую архитектуру акцептора результатов действия, и направляет поведение животного и психическую деятельность человека через постоянное сравнение поступающей к нему

с периферии обратной афферентации, вызванной действием раздражителей внешней среды, к достижению цели, то есть к удовлетворению доминирующей на каждый момент времени потребности.

Н. П. Бехтеревой с сотр. (Бехтерева Н. П. с соавт., 1985; Кропотов Н. Д., Пономарев В. А., 1986) показаны изменения импульсной активности отдельных нейронов мозга у человека в процессе выполнения «системоквантов» психической деятельности — специальных задач опознавания значимых и незначимых зрительных образов, на которые испытуемые давали соответствующие ответы в виде названий или обобщений. Наиболее значимые изменения обнаружены в перистимульных гистограммах нейронных популяций, расположенных в переднем вентральном, вентролатеральном, заднем латеральном ядрах зрительного бугра, в хвостатом ядре, мозолистом теле и внутренней капсуле. На основании исследований авторов можно говорить о ранних и поздних ответах нейронов, которые отражают, по-видимому, как процессы принятия решения, так и оценку достигнутых испытуемыми результатов.

При рассмотрении современных топографических карт коры больших полушарии головного мозга человека невольно возникает несколько вопросов. Почему, например, различные психические функции человека так широко пространственно разнесены не только по различным полушариям, но и в пределах одного полушария? Почему после левосторонней височной лобэктомии у мужчин повреждаются вербальные, но остаются сохранными невербальные навыки? Противоположные изменения наблюдаются после правосторонней височной лобэктомии (Lansdell H., Urbach N., 1965). Почему у музыкантов струнных инструментов увеличивается объем кортикального представительства левой руки (Elbert T. et al., 1995)? Многие исследователи (Костандов Э. А., 1983; Gazzaniga M. S., Le Doux J. E., 1978; Sperry R. W., 1982) пишут о различных функциях правого и левого полушария мозга. Однако убедительного объяснения эти наблюдения не получили до последнего времени.

До сих пор не нашли удовлетворительного объяснения классические эксперименты К. Лешли (1958), который показал, что у крыс при удалении значительной части зрительной коры восстанавливаются ранее выработанные в лабиринте зрительные, пищевые и оборонительные условные рефлексы. На основании этих экспериментов К. Лешли, как известно, сформулировал представления об эквипотенциальности коры головного мозга.

Клинические наблюдения показывают, что отдельные субъекты даже при значительном повреждении одного из полушарий мозга могут не проявлять выраженных нарушений психических функций.

В объяснении функций мозга безраздельно господствует «линейная проекционная» парадигма, основанная на классической рефлекторной теории, согласно которой определенные участки мозговой ткани («нервные центры») напрямую связываются с деятельностью определенных

органов: зрения, слуха, обоняния, мышц, кожи, дыхания, пищеварения, сердца, сосудов и т. д. Между тем накапливается все большее число научных данных, свидетельствующих о том, что функции мозга человека, так же как и животных, строятся не только по рефлекторному принципу основными нервными процессами возбуждения и торможения. В организации психических функций новые перспективы открывает системный принцип, в котором ведущее место занимают процессы интеграции корково-подкорковых взаимоотношений.

С позиций теории функциональных систем мозг человека представляет интеграцию центральных аппаратов множества функциональных систем поведенческого и гомеостатического уровня. Каждая функциональная система как центрально-периферическая организация избирательно вовлекает различные структуры мозга и даже отдельные нейроны, находящиеся на разных уровнях ЦНС, в свою саморегуляторную функцию (рис. 11). Взаимодействие функциональных систем на уровне ЦНС осуществляется на основе универсального принципа доминанты, открытого А. А. Ухтомским (1965).

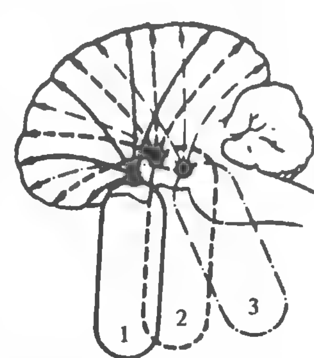


Рис. 11. Схема взаимодействия функциональных систем (1, 2, 3) на структурах головного мозга. В каждый данный момент времени мозгом завладевает доминирующая функциональная система (обозначена утолщенными линиями)

Это значит, что в каждый данный момент времени деятельностью мозга завладевает наиболее значимая в плане социальной адаптации или сохранения жизни индивида доминирующая функциональная система.

С точки зрения теории функциональных систем мозг и психические функции рассматриваются уже не как совокупность специализированных нервных центров, а в каждом случае как интегративное целое, обеспечивающее достижение доминирующей функциональной системой удовлетворение ведущей метаболической или психической потребности.

Имеется и другая точка зрения на интегративные свойства мозга. Мак Лейн (1989), например, считает, что мозг высших млекопитающих заключает в себе три эволюционно различных мозговых образований, объединенных циклическими нейрональными связями. Два из них — септальный и амигдалярный круги — тесно связаны с древнейшим образованием мозга — обонятельным трактом (рис. 12). Структуры амигдалярного круга, согласно П. Мак Лейну, обеспечивают пищевое и оборонительное поведение, направленное на самовыживание особи. Септальный круг определяет половые функции и сохранение вида. Третий круг — таламо-цингулярный — обеспечивает внутрисемейные отношения у млекопитающих — взаимоотношения

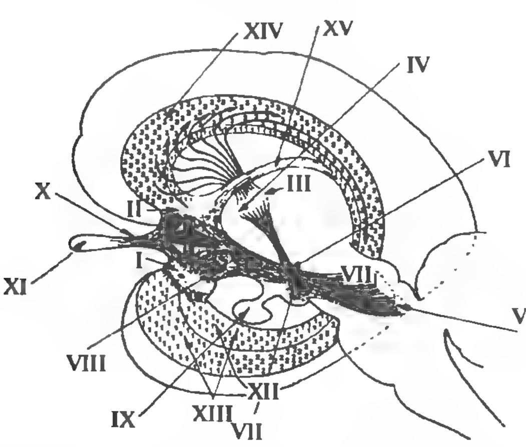


Рис. 12. Три эволюционно различных образования лимбической системы мозга (по P. MacLean):
I — миндалины; II — ядра перегородки; III — таламоцингулярное ядро; IV — передние таламические ядра; V — дорсальные и вентральные сегментальные ядра Гуддена; VI — гипоталамус; VII — мамиллярные тела; VIII — медиальный пучок переднего мозга; IX — гипофиз; X — обонятельный тракт; XI — обонятельный бугорок; XII — гиппокамп; XIII — парагиппокампальная извилина; XIV — цингулярная извилина; XV — свод; арабские цифры заполняют лимбические образования, которые первично связались с указанными ядерными образованиями (величина цифр отражает эволюционную очередность эволюционных связей)

матери и новорожденных, включая построение жилищ или гнезд, а такие игровую деятельность родителей с новорожденными и самих потомков.

Каждый из указанных кругов лимбического мозга представляет, по Мак Лейну, своеобразный телевизионный или компьютерный экран, отражающий соответствующее внутреннее, как правило эмоционально окрашенное, состояние субъекта. Лимбические структуры мозга, по Мак Лейну, определяют также взаимоотношения матери и новорожденного на аудиовокальной основе, обеспечивая тем самым защиту новорожденных от хищников и также их безопасное поведение в темной подстилке леса. Установлено, например, что в передней части поясной извилины у беличьих обезьян расположены зоны восприятия крика детеныша. У человека, в отличие от обезьяны, вокализация может быть вызвана стимуляцией определенных отделов коры больших полушарий. Электрическое раздражение этих структур вызывает крик боли, отчуждения — «а-а-а» — и, нередко, брань (Mac Lean P., 1996).

Дж. Пейпец еще в 1937 г. указал на важную роль лимбических структур мозга в организации эмоций (Papez J. W., 1937).

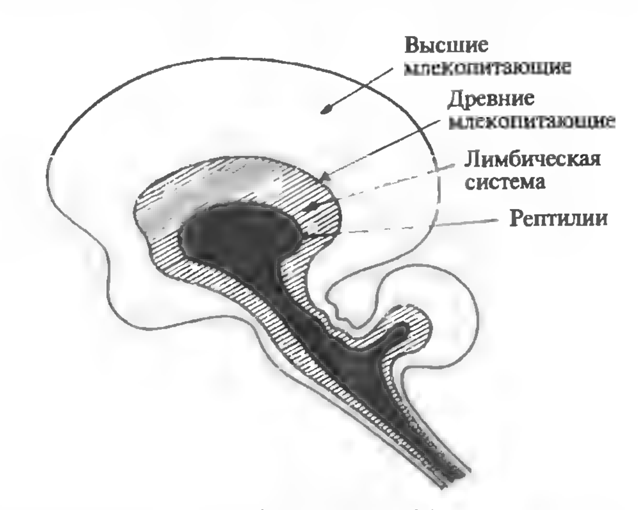


Рис. 13. Схема «тройного» мозга (McLean P., 1967):
черным цветом обозначен древний мозг пресмыкающихся; штриховка — мозг ранних млекопитающих; белым цветом обозначен мозг высших млекопитающих и человека

П. Мак Лейн полагает, что мозг высших млекопитающих, так же как и человека, заключает в себе три мозга (Triune brain) — мозг крокодила, лошади и самого субъекта (рис. 13). При всем критическом отношении к такой точке зрения в этой теории имеется определенный смысл. Функциональные соотношения древних мозговых структур с большими полушариями мозга, как показывают клинические и общежитейские наблюдения, у разных субъектов различны. Выраженность функциональных связей лимбических образований мозга с нейронами коры больших полушарий также различна как у животных, находящихся на различных ступенях эволюционного развития (Карамян А. И., 1976; Соллертинская Т. Н., 1973), так и у людей различного интеллектуального воспитания.

В формировании психической деятельности животных и человека ведущая роль принадлежит биологическим мотивациям, которые, как мы указывали выше, строятся на основе восходящих активирующих генерализованных влияний гипоталамических центров — «пейсмекеров» на другие структуры мозга, включая кору больших полушарий.

Можно думать, что и социальные мотивации человека, несмотря на их первично корковую организацию (Леонтьев А. Н., 1976), за счет нисходящих корковых влияний вторично энергетически поддерживаются тонизирующими влияниями лимбических структур мозга.

Нейроны, включенные в доминирующую мотивацию, как показали исследования Б. В. Журавлева (1986), широко представлены по структурам мозга. Причем процент их выше в стволовых структурах мозга

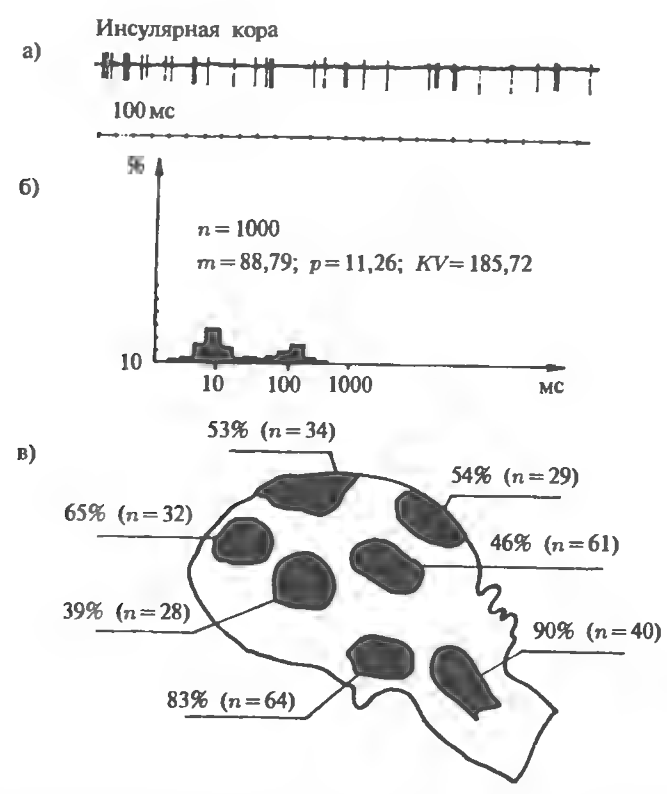


Рис. 14. Схема распределения по структурам мозга нейронов, включенных в доминирующую мотивацию голода (эти нейроны демонстрируют характерный для состояния голода паттерн межимпульсных интервалов — 5–10 и 150 мс):
а) — типичная гистограмма импульсной активности этих нейронов; б) — графики распределения межимпульсных интервалов: ордината — процент доминирующих интервалов; абсцисса — величина межимпульсных интервалов; в) — распределение: сенсомоторная кора — 53 % (n = 34); затылочная кора — 54 % (n = 29); орбитальная кора — 65 % (n = 32); дорсальный гиппокамп — 46 % (n = 61); хвостатое ядро — 39 % (n = 28); латеральный гипоталамус — 83 % (n = 64); ретикулярная формация среднего мозга — 90 % (n = 40)

и убывает по направлению к коре больших полушарий (рис. 14). Нейроны коры больших полушарий в большей степени, чем нейроны подкорковых образований, включаются в процессы афферентного синтеза, т. е. в формирование мотиваций психического и социального уровней.

Не меньшая роль в системной организации психических функций принадлежит подкреплению, т. е. процессу удовлетворения исходной потребности. Как правило, подкрепляющее возбуждение адресуется

к нейронам, ранее вовлеченным в доминирующую мотивацию (рис. 15). Таким образом, мотивация и подкрепление как ведущие звенья системной организации психических функций взаимодействуют на одних и тех же нейронах мозга. В. В. Синичкин (1971), В. А. Правдивцев (1992), а также С. К. Судаков (1982), используя методику антидромной стимуляции пирамидного тракта, показали, что это взаимодействие осуществляется на вставочных нейронах сенсомоторной, зрительной коры и гиппокампа, на которые распространяются генерализованные влияния пирамидного тракта через многочисленные коллатерали. Эти нейроны связаны между собой циклическими реверберирующими взаимоотношениями. На этих же нейронах осуществляется взаимодействие мотивации и подкрепления с условными, сенсорными раздражителями (Судаков К. В., 1993).

Указанные нейроны, широко рассеянные по различным структурам мозга, в соответствии с представлениями П. К. Анохина, и составляют в их совокупности аппарат акцептора результата действия.

Нейроны, составляющие акцептор результата действия, можно рассматривать как своеобразный голографический информационный экран, на котором осуществляется взаимодействие мотивации, подкрепления

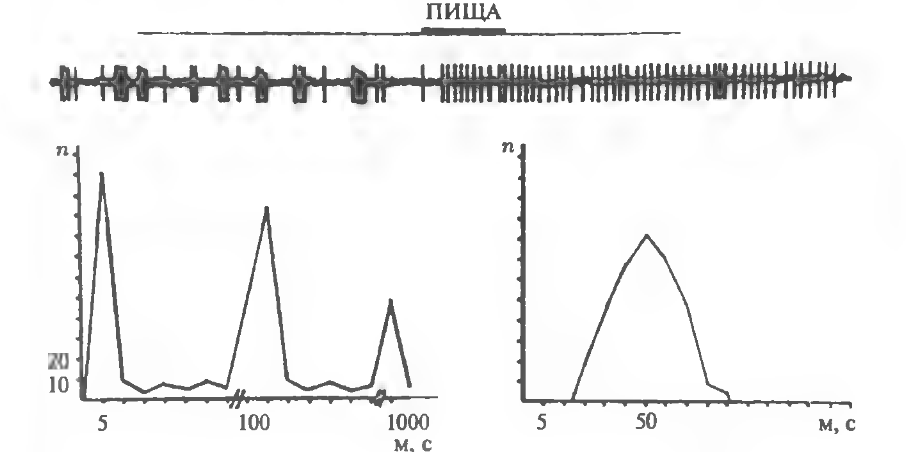


Рис. 15. Типичная реакция нейрона коры мозга голодного кролика на прием пищи. Исходная пачкообразная активность нейрона, отражающая его включение в доминирующую мотивацию голода, при кормлении сменяется на регулярную. Под нейронограммой приведены графики распределения межимпульсных интервалов у нейрона: а) — в голодном состоянии; б) — после приема пищи; ордината — процент доминирующих межимпульсных интервалов; абсцисса — величина межимпульсных интервалов

и афферентации, поступающей в мозг при действии на субъектов разнообразных условных стимулов (Судаков К. В., 1997).

Генерализованное распространение мотивационных возбуждений по структурам мозга позволяет объяснить опыты К. Лешли. При удалении отдельных структур мозга мотивационные возбуждения продолжают взаимодействовать на сохраненных структурах с сенсорными и подкрепляющими возбуждениями, почему ранее выработанные условнорефлекторные навыки могут проявляться в полной мере.

Мотивационные влияния на структуры мозга с точки зрения физической голографии можно рассматривать в качестве «опорной» волны.

Организация психической деятельности на основе теории функциональных систем может быть представлена следующим образом. Процессы афферентного синтеза, осуществляемые на ассоциативных нейронах коры мозга, под влиянием восходящих возбуждении доминирующей мотивации, обстановочной и пусковой афферентации, а также механизмов памяти адресуются на исполнителей — пирамидные нейроны коры больших полушарий. В результате обработки этих возбуждений многочисленными пирамидными нейронами формируется процесс принятия решения, который проявляется в определенной конфигурации нервных импульсаций, порождаемой каждым отдельным пирамидным нейроном в их интегративной совокупности. Указанные потоки эфферентных импульсаций распространяются в центробежном направлении к соответствующим эффекторным центрам мозга и исполнительным органам. Одновременно через обильные коллатерали пирамидных трактов «копии» этих эфферентных возбуждении генерализованно распределяются к вставочным нейронам различных структур мозга, расположенным как в коре больших полушарий, так и в подкорковых образованиях, составляющих многоуровневый аппарат акцептора результата действия (рис. 16). Его объем и протяженность по различным структурам мозга определяется генетически и индивидуально приобретенным опытом каждого индивида. Архитектоника акцептора результата действия существенно изменяется в зависимости от стабильности или изменчивости параметров подкрепления, почему, по-видимому, у музыкантов струнных инструментов увеличивается объем кортикального представительства левой руки. Именно к многочисленным структурам мозга, составляющим аппарат акцептора результата действия, в процессе взаимодействия индивидов с окружающей средой при удовлетворении их исходных потребностей, поступает обратная афферентация от параметров достигнутых результатов, которую с точки зрения голографии можно рассматривать в качестве «предметной» волны.

На корковые структуры акцептора результата действия правого и левого полушария генерализованно проецируется эмоциональное возбуждение, сопровождающее подкрепление. В то же время у человека на различные образования левого полушария проецируются речевые

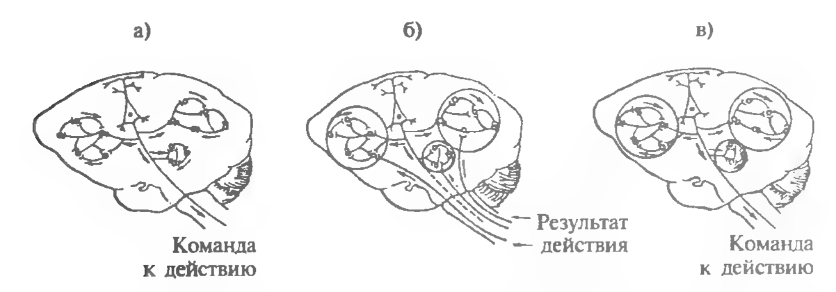


Рис. 16. Разветвленная по структурам мозга архитектоника акцептора результата действия:
а) — распространение эффекторных возбуждений пирамидного тракта по коллатералям аксонов к вставочным нейронам различных уровней ЦНС, образующим циклические комплексы многоуровневого акцептора результата действия;
б) — обратная афферентация от различных параметров результата действия поступает к соответствующим отделам акцептора результата действия. Составляющие акцептор результата действия нейроны фиксируют свойства параметров достигнутых результатов, в результате чего формируются нейрональные энграммы подкрепления;
в) — последующее распространение эффекторных влияний пирамидных нейронов опережающе активирует нейрональные энграммы акцептора результата действия, ранее сформированные подкрепляющими воздействиями

и словесные параметры результатов поведенческой и психической деятельности. Поскольку параметры речевой деятельности многообразны, становится понятным многообразие проекций различных параметров речевых функций на разнесенные друг от друга зоны коры левого полушария мозга.

Из изложенного становится понятным, что люди, говорящие на разных языках, мыслят примерно одинаково, поскольку системная архитектоника мыслительного процесса у них одинакова и включает одинаковые узловые механизмы: афферентный синтез, принятие решения, предвидение потребного результата (акцептор результата действия) и сравнение параметров достигнутых результатов с акцептором результатов действия с помощью многопараметренной обратной афферентации. Различие состоит лишь в том, что в зависимости от национальных привычек, воспитания, условий существования, а в системном плане — в зависимости от процессов генетической и индивидуально приобретенной памяти оценка различных параметров потребных результатов может быть различной. Построение фразы в разных языках синтаксически также может различаться.

Зоны 44–45 (Брока) с системных позиций можно рассматривать как скопление пирамидных нейронов, обеспечивающих моторный компонент речевой функции. При ее повреждении опухолевым процессом или при кровоизлиянии избирательно выпадает речевая функция

6 Зак. 282

вместе с моторной способностью письменного изложения мысли. Однако мыслительная деятельность при этом сохраняется.

С позиций системной организации функций мозга нарушения психической деятельности у людей с поражением разных структур коры больших полушарий могут быть представлены следующим образом.

Известно, например, что при поражении затылочных отделов мозга возникает зрительная агнозия: человек видит предметы, обходит их, не натыкаясь на них, но не узнает их. При нарушении височных отделов коры мозга наблюдается слуховая агнозия: человек слышит звуки, но не связывает их с определенным звучащим предметом. Такие больные теряют способность воспринимать смысл речи собеседника. При поражении верхней теменной коры у больных проявляется тактильная агнозия: субъекты теряют способность узнавать предметы при их ощупывании, хотя ощущают прикосновение. С позиций теории функциональных систем у субъектов с поражением зрительной, височной и теменной коры нарушен механизм оценки результатов действия.

При поражении двигательной коры у больных наблюдается апраксия — нарушение целенаправленного действия, хотя они понимают, что нужно сделать. Такой больной не может, как известно, зажечь спичку, разрезать яблоко, застегнуть пуговицы, хотя руки его не парализованы. В этом случае можно думать о нарушении системных процессов эфферентного синтеза и исполнительного действия.

При нарушении функций нижней лобной извилины левого полушария (зона Брока) проявляется лобная афазия. Больные понимают речь собеседника, однако их собственная речь крайне затруднена или полностью нарушена. У них утрачивается способность читать вслух, хотя понимание прочитанного может быть сохранено. Больные могут кричать, издавать отдельные звуки, но не произносят ни одного значимого слова. У них нарушены эфферентные процессы формирования речи.

При поражении заднего полюса верхней височной коры (зона Вернике) наблюдается сенсорная или височная афазия. У больных нарушаются процессы восприятия речи. Они перестают понимать как устную, так и письменную речь. Способность же произносить речевые фразы у таких больных не утрачены, они даже чрезмерно говорливы. Однако их речь искажена и совершенно непонятна. Такие люди утрачивают способность читать про себя (алексия), воспринимать музыку (амузия). Можно полагать, что у них нарушены механизмы акцептора результата действия и способность оценивать достигнутый результат психической деятельности.

При нарушении теменной коры больные забывают отдельные слова, чаще — имена существительные. Они часто не могут вспомнить нужное им слово и замещают его длинным описанием. При этом наблюдается и расстройство счета (акалькулия). У больных нарушен механизм оперативной памяти.

Двустороннее повреждение основания височных и затылочных долей сопровождается необычной агнозией: больные перестают узнавать людей по лицам. Такие больные тем не менее узнают формы предметов, они могут распознавать людей по их голосам и проявляют вегетативные реакции, когда видят знакомые или незнакомые лица. В этом случае избирательно страдает зрительный параметр оценки (акцептор результатов действия) знакомых личностей.

При повреждении угловой извилины без поражения рядом расположенных зон Вернике и Брока у больных — при отсутствии нарушения восприятия слуховой информации и речи — проявляются затруднения в понимании письменной речи и картин. В этом случае нарушена передача зрительной информации к зоне Вернике.

Нетрудно заметить, что изложенные представления о системной организации психических функций принципиально отличаются от представлений Мак Лейна и других авторов, которые исходят из классических представлений о линейном характере проведения возбуждения по структурам мозга.

Системная организация функций мозга определяет интегративные свойства психической деятельности. Она позволяет приблизиться к ответу на вопрос, как на фоне генерализованных влияний мотивации подкрепление избирательно формирует корково-подкорковую мозаику акцептора результата действия.

1.2.6. Саморегуляция психической деятельности

«Системокванты» психической деятельности человека складывался из двух звеньев саморегуляции: внутреннего и внешнего (рис. 17). Внутреннее звено саморегуляции составляют процессы мыслительной деятельности, внутренней речи и формирования мысли, которая строится главным образом на механизмах памяти путем оперирования информационным интегралом — внутренним «Я». Результатом внутренней речи могут быть смысловые понятия, отражающие реально существующие вне организма предметы и их отношения, например опорные слова, результаты математических действий и т. д. Внутренняя речь может внешне проявляться в деятельности голосовых мышц, связок, оральных мышц, дыхания и других соматовегетативных реакций. В ее организации ведущую роль играет обратная афферентация, которая поступает в центральную нервную систему от голосовых связок и мышц и от специальных мозговых структур, определяющих эмоциональную и смысловую оценки мысленного результата.

Сложившаяся в мозгу функциональная система может и не проявиться во внешних поступках. В этом случае она «проигрывается» внутренними механизмами саморегуляции и, в первую очередь, за счет обратной афферентации, идущей от мышц голосового аппарата. Родившаяся

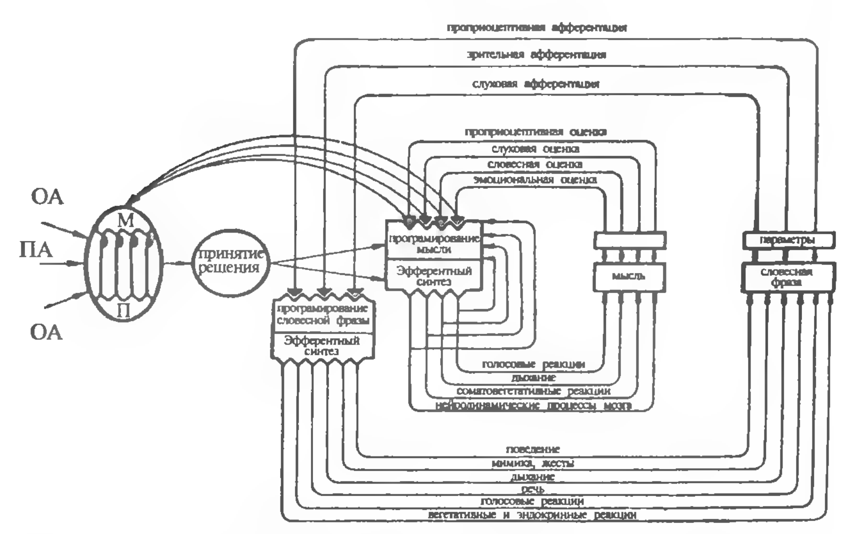


Рис. 17. Внутреннее и внешнее звенья саморегуляции психической деятельности: П — память; М — мотивация; ОА — обстановочная афферентация; ПА — пусковая афферентация

в результате такой деятельности мысль служит толчком к последующим «системоквантам» психической деятельности.

Внешнее звено саморегуляции «системоквантов» психической деятельности определяет формирование поведения и устной или письменной словесной фразы. Исполнительными компонентами внешнего звена саморегуляции психической деятельности являются общедвигательные реакции, позы, жесты, мимика, движения глаз, голосовые реакции, а также изменения дыхания, деятельности сердца, кожно-гальваническая реакция. В исполнительное звено психической деятельности современный человек все более включает разнообразные технические устройства: машины, компьютеры и т. п., оставляя за собой оценку результата их деятельности.

Оценка достигнутых результатов во внешнем звене психической деятельности осуществляется с помощью обратной афферентации, поступающей в центральную нервную систему от слухового и зрительного аппаратов, мышц голосовых связок, языка и ротовой полости, от дыхательных рецепторов, проприорецепторов мышц лица, глаз и мышц тела.

Под контролем акцептора результата действия на основе обратной афферентации происходит также процесс обучения любому двигательному навыку.

Вопросы сравнения функциональной системы психической деятельности, создаваемой предварительной инструкцией, со «старт»- и «стоп»-

реакциями человека рассмотрены нами в специальной публикации (Боксер О. Я., Судаков К. В., 1981). На основе теории функциональных систем, оказалось возможным измерять время достижения результата двигательной реакции, т. е. скрытый период от командного сигнала до достижения конечного результата деятельности. В отличие от общепринятого классического термина «время рефлекса» этот период, с системных позиций, назван «временем достижения результата».

При исследовании «стоп»-реакций время достижения результата определяется от останавливающего стимула до момента экстренного произвольного прекращения движения. В режиме последовательной смены движения и его остановки последовательно измеряются скрытые периоды достижения результата на пусковой и останавливающий командные стимулы. Указанные реакции формируются у человека специальными предварительными инструкциями. При «старт»-реакции инструкция состоит в том, что в ответ на специальный сигнал, например звук или свет, субъект, оценив сигнал как этап целенаправленной деятельности, должен максимально быстро начать движение. Наоборот, при «стоп»-реакции в ответ на сигнал испытуемый должен прекратить ранее начатое движение. Отсюда следует, что двигательные реакции являются производными сложных психоэмоциональных функциональных систем, складывающихся у человека на основе прошлого опыта, специальных инструкций и воздействия окружающей среды, а не одного информационного пускового стимула, как это рассматривает рефлекторная теория. Пусковой стимул только раскрывает ранее сформированную функциональную систему. Как правило, такая функциональная система у человека направлена на получение социально значимого результата.

На поверхность событий, казалось бы, выступает реакция на стимул, которая представлена латентным периодом и собственно действием. С системных же позиций стимул выступает в качестве промежуточного результата целенаправленной деятельности функциональной системы, созданной предварительной инструкцией. В латентный период действия стимула осуществляется сложный процесс. На основе оценки стимула, осуществляемой аппаратом акцептора результата действия доминирующей функциональной системы, перестраивается афферентный синтез, принимается соответствующее решение начать движение или остановить его и деятельность функциональной системы направлена на социально значимый результат, в качестве которого выступает организация движения или его остановка. Этот результат, в свою очередь, может быть частью более значимого адаптивного результата, например, получения определенного квалифицированного разряда, который, в свою очередь, может быть составной частью социально-значимого результата — приобретения определенных материальных благ, занятия определенного положения в обществе и т. д.

Исследовано также целенаправленное поведение человека в режиме последовательной смены движения и его остановки. В этом случае на основе единой «стратегической» функциональной системы прописываются «тактические» функциональные системы, одни из которых завершаются началом определенных форм движения, а другие — их остановкой.

Для указанных функциональных систем характерно наличие как внутреннего (мыслительного), так и внешнего (оперативно-двигательного) звена саморегуляции. Внутреннее звено создается инструкцией и самоинструкцией, предшествующим опытом и обстановочными воздействиями, включая определенные позы, предварительные подготовительные сигналы и т. п. Эти процессы целиком разыгрываются в структурах мозга. Внешнее звено — реализация сложившейся функциональной системы в действие, направленное на достижение, оценку и активную обработку достигнутого результата. На основе предварительно складывающейся психоэмоциональной функциональной системы субъект начинает активно взаимодействовать с техническими системами и другими субъектами, помогающими ему наиболее оптимальным способом достигать полезного приспособительного результата. С помощью измерительных приборов (хронореакциометров) испытуемый может активно самооценивать успешность достигнутых результатов и объективно оценивать этапные и конечные результаты действия. В процессе повторных операций следы от сигнальных раздражителей, выступающих в роли этапных результатов активности, включаются в аппарат акцептора результата действия и становятся также предвидимыми, как и конечные результаты действия.

Любая инструкция жестко программирует целенаправленную поведенческую деятельность человека. Однако в процессе взаимодействия субъекта со средой может происходить коррекция правил, рационализация деятельности, включая новые открытия, что неизбежно ведет к перестройке первично сформированных механизмов исходной функциональной системы.

Рассмотрим, например, континуум достижения результата при простой «старт»-реакции, когда испытуемый должен в ответ на зрительный тестирующий стимул возможно быстрее начать движение кистью. Алгоритм подобного исследования включает следующие стадии: 1) размещение испытуемого в экспериментальной кабине в специальном кресле; 2) повторение словесной инструкции; 3) подготовительный сигнал «Приготовиться!», в ответ на который испытуемый должен принять позу «Готовность–1»: кисть на датчике, лицо обращено к сенсорному экрану (разрешаются перевод взгляда и мелкоамплитудные движения); 4) предупреждающий (предваряющий) сигнал: вспыхивание надписи «Внимание!», в ответ на которую испытуемый должен принять позу «Готовность–2»: взгляд фокусируется на экране, двигательная активность тела и конечностей полностью устраняется; 5) пусковой (императивный) зрительный стимул, автоматически следующий с вероятностным интервалом после предупреждающего в пределах 1–1,5 с; 6) результат действия; 7) автоматическая оценка результата хронореакциометром.

Алгоритм исследования простой «стоп»-реакции имеет следующие отличия от такового простой «старт»-реакции: после подготовительного сигнала «Приготовиться!», т. е. при позе «Готовность–1», испытуемый начинает движение рукой, а в ответ на останавливающий зрительный стимул (стоп-сигнал) экстренно останавливает это движение. Алгоритм исследования «старт—стоп»-реакции представляет собой последовательное сочетание двух приведенных алгоритмов.

Примененный специальный, созданный О. Я. Боксером комплекс приборов позволил одновременно с временны́м анализом двигательной задачи исследовать различные физиологические показатели: электромиограмму, дыхание, мигание; автоматически измерять разность латентных периодов между указанными показателями, оценивать достижение промежуточных и конечного, определенных инструкцией, результатов. Особенно демонстративно выявляется работа функциональной системы при результативной деятельности человека в условиях движущихся предметов. Основной полезный приспособительный результат рассматриваемой деятельности заключается в фиксации (посредством воздействия кисти на датчик) движущегося по экрану светового раздражителя в момент его совпадения с неподвижной меткой на экране. Чтобы не опоздать, испытуемый вынужден воздействовать на датчик не в момент совпадения движущегося раздражителя и метки, а с некоторым вероятностным опережением, зависящим от быстроты перемещения движущегося раздражителя и реакции самого испытуемого. Во избежание «фальстарта» это опережение не должно быть заблаговременным.

Алгоритм исследования реакции на положение движущегося раздражителя включает следующие стадии: размещение испытуемого в экспериментальной кабине; повторение словесной инструкции, подготовительный сигнал «Приготовиться!», в ответ на который испытуемый принимает позу «Готовность–1»: кисть на датчике, лицо и взгляд обращены к экрану; появление движущейся световой точки: прослеживающие движения глаз; предваряющий сигнал «Внимание!», в ответ на который испытуемый должен принять позу «Готовность–2»: взгляд максимально фиксируется на движущемся сигнале, двигательная активность тела и конечностей полностью устраняется; достижение движущимся раздражителем точки, вероятностно намеченной испытуемым в качестве компонента пускового сигнала; результат действия, автоматическая оценка достигнутого результата хронореакциометром.

Двигательная реакция испытуемого в одних исследованиях заключается в разгибании кисти, в других — в перемещении рычага, сжимаемого кистью, в сагиттальной плоскости. Наряду с движениями кисти в исследованиях временному анализу подвергаются дыхательный, мигательный

и миоэлектрический компоненты, движения глаз и «электроокулометрическая» реакция. Одновременная регистрация указанных показателей в процессе целенаправленной деятельности человека дает представление о динамике деятельности его функциональной системы, направленной на достижение социально значимого результата.

Поскольку даже при обучении человек не в состоянии оценивать свои экстренные двигательные реакции в миллисекундах и тем более сопровождающие их вегетативные функции, а следовательно, и исправлять допущенные ошибки, был разработан своеобразный «биотехнический протез» путем включения в состав функциональной системы биотехнической обратной санкционирующей связи. Принцип работы соответствующих приборов заключается в следующем. При рассогласовании запрограммированного и реального результата, например, при тоническом напряжении мышц, само осуществление реакции (например, экстренное перемещение рычага) автоматически блокируется и вновь становится возможным, когда испытуемый произвольно или непроизвольно устраняет упомянутое рассогласование (например, ослабляет чрезмерную интенсивность сжатия рукоятки рычага). Такого рода устройство было названо «тренажер акцептора результата действия». Оно позволило испытуемым активно обогащать акцептор результата деятельности за счет коррекции субсенсорной сигнализации.

Приведенный пример указывает, насколько большие возможности теория функциональных систем представляет по сравнению с рефлекторным принципом для анализа физиологических функций в теоретическом и даже в практическом плане.

С точки зрения системной архитектоники психической деятельности волевые усилия определяются процессами афферентного синтеза, доминированием внешних обстоятельств над внутренними потребностями, доминированием механизмов памяти, нравственных идеалов над биологическими или менее значимыми социальными потребностями. Все это делает совершенно понятным высказывание И. М. Сеченова о том, что «Высокий нравственный тип... может действовать так, как он действует только потому, что руководствуется высокими нравственными принципами, которые воспитаны в нем всею жизнью» (Сеченов И. М., 1953, с. 114).

Архитектоника психической деятельности представляет отражение информационных эквивалентов объективных процессов, происходящих как во внешней среде, так и внутри организма.

Кульминация психической деятельности — процесс творчества, когда человек, сталкивающийся с препятствиями к удовлетворению его потребности или движимый полетом фантазии, приходит к необычным решениям и результатам. Нетрудно заметить, что и в творческой деятельности также проявляется принцип системного квантования.

Процесс творчества связан со способностью человека на основе полученных знаний и информации формировать новый вопрос или проблему, т. е. специальную, ранее не имевшую места функциональную систему психического уровня организации. При этом в акцепторе результата действия формулируется предполагаемый результат. В ходе творческой психической деятельности человек оценивает обстановку, восстанавливает все полученные ранее знания, отделяет понятное от непонятного, примеряет знание к познанию и формулирует гипотетический механизм предвидения (акцептор результата действия), который проверяется практической деятельностью. Творческий процесс формулирования проблемы может осуществляться как отдельным индивидом, так и группой людей.

В процессе творческой деятельности часто наблюдается своеобразная «материализация идей», когда художник воплощает свой замысел в полотне картины, архитектор — в определенном стиле архитектурной постройки, композитор — в музыкальном произведении, ученый — в написании книги. При этом не теряется информационный смысл замысла.

1.2.7. Программирование психической деятельности

Благодаря предшествующим подкреплениям в акцепторе результата действия на информационной основе формируются функциональные системы информационного уровня организации, своего рода «слепки действительности», которые под влиянием доминирующей мотивации могут значительно опережать происходящие события окружающего мира. В построении этих функциональных систем проявляется программирование психической деятельности.

Программирование психической деятельности аппаратом акцептора результата действия может осуществляться жестко, например, при унаследованных формах инстинктивной генетически детерминированной деятельности, связанной с удовлетворением биологических потребностей, и деятельности, развертывающейся при специальных инструкциях, а также при автоматизированной деятельности в постоянных условиях существования. Наряду с этим программирование психической деятельности может осуществляться гибко, динамически, особенно в условиях изменяющейся среды существования субъекта.

В случае жесткого программирования психической деятельности предвидятся все ее этапные и конечные результаты и каждый последующий этап возможен только после получения субъектом полноценной афферентации от параметров достигнутого предыдущего результата. Эта деятельность нередко осуществляется на подсознательном уровне.

Примером может служить формирование и произнесение заученной фразы. Каждый этап фразы подсознательно оценивается мозгом с помощью обратной афферентации. Сознание включается только в случаях непредвиденной ситуации, например, когда в фразу включаются неадекватные слова. Динамические информационные программы психической деятельности строятся в изменяющихся условиях жизнедеятельности

5 Зак. 282

субъектов и, в отличие от жестких информационных программ, включают в себя предвидение только наиболее значимых факторов внешней среды для удовлетворения ведущих психических потребностей человека. В таких программах часто не учитываются несущественные для удовлетворения доминирующих потребностей субъектов ранее осуществленные этапные результаты деятельности. Ведущие сигналы, с помощью которых субъекты сразу же предвидят свойства необходимого подкрепления, являются условными раздражителями.

Программирование психической деятельности в изменяющейся среде носит динамический, а иногда — временный характер. Информационные программы поведения в этих условиях строятся на основе открытых И. П. Павловым условных рефлексов, легко изменяются в зависимости от значения тех или иных раздражителей для удовлетворения ведущих потребностей. В случае, если сигналы внешнего мира перестают связываться с последующим подкреплением, они теряют свое сигнальное значение, субъекты начинают предвидеть и реагировать на другие, более надежные — в плане удовлетворения ведущей потребности — сигналы.

Динамическое программирование психической деятельности по сравнению с жестким программированием характеризуется более обогащенным и разветвленным аппаратом акцептора результата действия, позволяющим человеку с большим диапазоном предвидеть потребные результаты и способы их достижения. При этом оказывается возможным программирование результата на отдаленные отрезки времени в будущем.

Построение динамических программ психической деятельности происходит в процессе обучения субъектов и общения их с окружающей средой. При этом наряду с обогащением акцептора результата действия совершенствуется исполнительный аппарат (те средства, с помощью которых индивидуум достигает жизненно важных результатов — удовлетворения индивидуальных или общественных потребностей), т. е. аппарат эфферентного синтеза. В эволюционном развитии человеческого общества именно в этот процесс все более включаются различные средства производства, машины, автоматы и т. д.

Информационные свойства функциональных систем психического уровня организации оптимизируют деятельность субъектов. Как показывают авторы работы (Калимо Р., Мешман Т., 1989), информированные рабочие, знающие технологию и результат производственной деятельности, менее подвержены стрессорным нагрузкам. Точно так же и члены общества, знающие конечные цели его развития, объединяют совместные усилия для его процветания, в отличие от стрессированного общества, часто не имеющего целей и перспектив развития.

Ведущая роль в программировании психической деятельности принадлежит доминирующей мотивации. При каждом очередном возникновении соответствующей потребности доминирующая мотивация последовательно возбуждает элементы выработанной на основе предшествующего опыта информационной энграммы вплоть до получения опережающей информации о средствах и параметрах удовлетворения данной потребности (Судаков К. В., 1995). Этот комплекс избирательно возбужденных корково-подкорковых аппаратов, составляющий нейрофизиологическую и информационную архитектонику акцептора результатов действия, направляет поведение субъекта через постоянное сравнение поступающей к нему с периферии обратной афферентации, вызванной действием раздражителей внешней среды, к удовлетворению доминирующей на каждый момент времени потребности.

Свойства потребных для благополучия человека результатов, запрограммированные в акцепторе результатов действия, на основе врожденного и приобретенного опыта определяют опережение мыслью событий внешнего мира.

1.2.8. Системогенез психической деятельности

Психическая деятельность, как мы указывали выше, с одной стороны, формируется «системоквантами» от потребности к ее удовлетворению. С другой стороны, внешние воздействия, в частности — инструкция, активируют системную деятельность, ранее сформированную на основе генетической и индивидуально приобретенной памяти.

Процесс обучения системной деятельности у ребенка начинается с того, что сначала осознается (чувствуется) потребность и ее удовлетворение. Как мы указывали выше, осознание этих состояний сначала осуществляется с помощью специфических эмоций (как это, по-видимому, происходит и у животных). Затем в процессе обучения человека эти состояния начинают ассоциироваться со специальными словами. Системный процесс запечатления подкрепления осуществляется на мозговой мотивационной структуре, отражающей потребность. Как правило, при обучении сначала ребенок усваивает слово, обозначающее удовлетворение потребности. Устанавливает связи удовлетворения потребности с окружающими его людьми, в первую очередь — с родителями. Сами потребности и возникающие на их основе желания сначала выражаются больше жестами, криком. Двигательное выражение потребности у ребенка столь информативно, что ее легко распознают родители и окружающие ребенка люди и своими действиями удовлетворяют потребности ребенка. В результате многократных удовлетворений однотипной потребности и ассоциации ее с определенным словом, ребенок, в конце концов, начинает высказывать потребность словом, присоединяя к нему впоследствии слова, отражающие желание. Все эти процессы осуществляются на основе механизмов запечатления. В конце концов происходит обогащение эмоциональной основы «системоквантов» психической деятельности словесными символами. В системном механизме запечатления важную роль играет процесс подражания, особенно выраженный

у обезьян-антропоидов и у детей. Подражание поступкам, имеющим, кстати, место у животных, ведет у ребенка впоследствии к подражанию речи. За счет подражания укрепляются приобретенные знания. Наиболее ответственный момент процесса обучения — извлечение доминирующей мотивацией накопленного опыта, т. е. процесс формирования цели и мысли. Этот процесс определяет качественный переход от пассивного запечатления ребенком действительности к активному воздействию на нее, освоению ее и преобразованию. При этом по опережающему типу активируется акцептор результата действия. Именно в извлечении свойств будущего подкрепления — начало творческой деятельности человека и животных. На этой основе формируются понятия, суждения и представления.

Зачатком воспроизведения речи у младенцев является лепетание, при котором у ребенка развивается способность воспроизводить ряд согласных. Лепетание является врожденной деятельностью и наблюдается даже у глухих детей.

В процессе обучения создаются специальные «системокванты» языка — ячейки, подобные «группам» И. М. Сеченова, — знаковые системы по определению Ю. М. Пратусевича (Пратусевич Ю. М. с соавт., 1989), характеризующие разнообразные потребности, степень их выраженности, способы удовлетворения и свойства подкрепляющего результата. Они на основе запечатления могут охватывать обширные структуры мозга.

Указанные механизмы универсальны. Их можно обнаружить при обучении любой деятельности. При обучении, например, иностранному языку учащийся многократно воспринимает устный или письменный текст (запечатляет его), после чего сам его воспроизводит по памяти и тексту. Движения в спорте также осваиваются по аналогичной схеме. Сначала тренер дает обучающимся инструкцию, затем сам показывает упражнение. Вследствие этого в мозгу обучающихся на основе запечатления создается своеобразная модель упражнения со своим социально значимым результатом. Затем обучающиеся начинают самостоятельно воспроизводить упражнение, все время сравнивая реально достигнутый результат с запрограммированным в мозге. Обучению способствует педагог, который также сравнивает результаты, достигнутые учениками, с параметрами программно необходимого результата и собственной моделью результата и своевременно корригирует их действия.

Аналогично строятся функциональные системы психической деятельности при других формах школьного обучения. Педагог сначала дает объяснение, благодаря которому обучающиеся фиксируют определенные знания. Сначала это могут быть элементы знаний (цифры, буквы) и способы достижения результатов устным, зрительным, слуховым и письменным путем. Затем происходит процесс наращивания ассоциаций (параметризация результата). Буквы начинают выстраиваться

в слова, понятия. Слова связываются с реальными предметами, например при показывании вслед за словами определенных картинок. Происходит процесс обогащения акцептора результата действия. Полученные знания учащиеся впоследствии начинают воспроизводить самостоятельно. Учитель приводит все более сложные объяснения, или учащийся знакомится с определенным текстом. Знания на основе механизмов восприятия запечатляются учащимися на структурах мозга, предварительно активированных исходной мотивацией к знанию, формируется акцептор результата действия. Теперь в случае вопроса учителя, пытающегося выяснить степень усвоения материала (пусковой стимул), у учащихся выстраиваются специальные функциональные системы до предвидения возможного результата (оценки) включительно. Речевой процесс ответа постоянно на эмоциональной основе контролируется обратной афферентацией, идущей от рецепторов мышц ротовой полости, дыхательных путей, которая постоянно сравнивается с механизмами памяти, заложенными в процессах афферентного синтеза и акцептора результата действия.

Процесс обучения в высшем учебном заведении отражает те же закономерности формирования функциональных систем психической деятельности. Лекция направлена на запечатление у студентов отрезка знаний. На семинаре это знание должно быть воспроизведено студентом на речевой основе в виде понятий. Практическая работа позволяет студенту закрепить полученное знание путем проверки его на практике, в эксперименте или в деятельности различных моделей. Теоретические и клинические знания студент-медик, например, использует в производственной практике.

Проработка полученных знаний учащимися осуществляется и внутренней речью путем сопоставления вновь полученных знаний с ранее накопленным опытом.

Обучение ребенка языку тоже строится системными механизмами. Сначала ребенку показывают игрушку, потом многократно называют ее. В процессах запечатления одновременно действуют зрительная, слуховая, осязательная и даже вкусовая афферентации. Затем ребенок на основе формирующихся у него функциональных систем психического уровня начинает воспроизводить необходимые словесные фразы.

Таким образом, процессы любой результативной психической деятельности человека строятся путем первичного формирования соответствующей функциональной системы и постоянного сравнения на кинестетической и слуховой основе результатов, достигнутых во внешней среде, с запрограммированными свойствами потребных результатов.

Функциональные системы психической деятельности строятся, таким образом, у человека словесной инструкцией, зрительными образами потребного результата, письменным планом. Процесс умственного обучения идет, следовательно, не на стимулах, а на постоянном обогащении акцептора результата действия, обучаемого путем создания специальных

«образов», «матриц», «блоков» и стереотипов необходимого знания. Именно эти элементы системной деятельности впоследствии легко воспроизводятся мотивацией.

Под контролем акцептора результата действия на основе обратной афферентации происходит также процесс обучения любому двигательному навыку.

На структуре акцептора результата действия внешние воздействия формируют «шаблоны», в которые включаются обобщенные явления, их детализация, фрагментация, связь с другими, протяженность во времени и пространстве.

На основе деятельности человека по достижению определенных результатов с помощью ЭВМ можно создать усредненную модель оператора, которая предусматривает решение той или иной задачи усредненным путем. Такая искусственная система путем сравнения с ней реальной деятельности операторов позволяет выявлять индивидуальные пути решения задачи испытуемыми, выявлять наиболее интересные. В этом плане ЭВМ способна взять на себя некоторые функции контроля результативной психической деятельности человека. В процессе диалога с ЭВМ, в который заложена стандартная логика достижения результативного знания, учащийся может обучаться путем постепенного достижения значимых для обучения результатов (Умрюхин Е. А., 1982).

Процесс обогащения акцептора результата действия у учащихся при обучении подробно исследован Ю. М. Пратусевичем (1985). Автор предъявлял школьникам картинки с вопросами по математике и ботанике и предполагаемыми ответами. Одновременно он регистрировал у испытуемых электроэнцефалограмму. В характерных ритмах ЭЭГ в динамике решения умственных задач выявлены индивидуальные особенности личностей школьников, что позволило, в свою очередь, разработать индивидуальные программы обучения.

Системное распределение межполушарной ЭЭГ активации при выполнении человеком различных заданий по речевой инструкции проведено Ю. М. Пратусевичем, М. В. Сербиненко и Г. И. Орбачевской (1989). Испытуемым предъявляли задания вербально-логического характера, которые заключались в решении несложных примеров и задач на устный счет по школьной программе для 5–8 классов, и задания зрительно-образного характера. Последние заключались в мысленном представлении знакомых лиц, различных предметов и пространственных ситуаций. Одна группа испытуемых, так называемые «мыслители», имели техническое или медицинское образование. Другая группа, «художники», имела специальное художественное образование. Межполушарная асимметрия оценивалась по выраженности альфа-ритма. Кроме того, оценивали динамику фоновой ЭЭГ симметричных отведений в каждом полушарии. ЭЭГ исследовали на трех этапах «системокванта» психической деятельности: на этапе ожидания задания, прослушивания инструкции

и выполнения заданий. О завершении счетных операций испытуемые сообщали нажатием на кнопку пальцем левой руки. О результатах выполнения заданий на мыслительные представления испытуемые давали самоотчет. Указанные действия программировались инструкцией.

У испытуемых выявлена определенная динамика включения коры полушарий в функциональные системы вербально-логической и зрительно-образной деятельности. При устном счете отмечена преимущественная активация ЭЭГ в левом полушарии, в височных его отделах — на всех этапах выполнения заданий, в теменных — при прослушивании инструкции, в затылочных — на этапах выполнения задания. При мысленных представлениях зрительных образов на этапах ожидания и выполнения заданий преимущественный рост активации наблюдался в затылочных областях правого полушария. Обнаружено, что фоновая левосторонняя межполушарная асимметрия альфа-активности у «мыслителей» в височных и затылочных областях выражена сильнее, чем у «художников» Авторы выявили и индивидуальные изменения ЭЭГ у отдельных лиц в процессе выполнения однотипных заданий.

Н. А. Шиварев (1984) на основе теории функциональных систем и обогащения акцептора результата действия анализирует процесс мышления человека при сложении геометрической фигуры из кубиков Косса.

Проанализированы особенности выполнения данного задания у школьников 3–4-го классов и у взрослых лиц. Испытуемым предлагали посмотреть на рисунок геометрической фигуры и сложить ее из предложенных определенным образом окрашенных кубиков. Испытуемые, получив задание, сначала уясняли способы его решения, заявляли о необходимости комбинирования, т. е. составления целой фигуры из отдельных деталей. Как справедливо полагает автор, эти процессы происходят на основе стадии афферентного синтеза, а осознание необходимости, сложения целостной фигуры из отдельных деталей — стадии принятия решения и формирования акцептора результата действия. В дальнейшем весь процесс сложения фигуры осуществляется под контролем достигнутых результатов акцептором результата действия. Процесс формирования фигуры путем «проб и ошибок» затем приобретает целенаправленный характер. Применение данной задачи позволяет выявлять особенности системной мыслительной деятельности у школьников различных возрастных групп. Показано, например, что школьники младших классов испытывают ряд затруднений в организации контроля, т. е. на стадии оценки параметров результата путем сопоставления обратной афферентации с акцептором результата действия.

М. П. Эрдниев и Б. П. Эрдниев (1986) предложили укрупненные дидактические единицы для обучения школьников математике. В этих единицах арифметические действия: сложение, вычитание, умножение и деление рассматриваются одновременно. С точки зрения теории

функциональных систем в этом случае происходит обогащение аппарата акцептора результата действия.

Е. В. Красотина (1972) показала, что за счет обогащения акцептора результата действия у музыкантов при их предварительном обучении нотной грамоте и умению читать нотную партитуру процесс освоения музыкальных инструментов происходит во много раз быстрее по сравнению с традиционным обучением по принципу рефлекса: изучение ноты — ее воспроизведение.

Приведенные примеры подтверждают выдвинутую нами импринтинговую гипотезу формирования акцептора результата действия (Судаков К. В., 1984).

Импринтинговая гипотеза формирования акцептора результата действия постулирует следующие положения:

1. В формировании акцептора результата действия ведущую роль играет завершение исходной доминирующей мотивации подкреплением, т. е. удовлетворением исходной потребности.
2. Доминирующая мотивация за счет специфических изменений химической чувствительности нейронов различного уровня мозга, их метаболических свойств, настраивает их на восприятие соответствующего подкрепляющего раздражителя.
3. Мотивационные и подкрепляющие возбуждения встречаются на одних и тех же нейронах различных отделов мозга.
4. Подкрепляющее возбуждение фиксируется метаболическими реакциями нейронов, включенных в мотивационное возбуждение и составляющих аппарат акцептора результата действия. Архитектоника акцептора результата действия извлекается из памяти при каждом очередном возникновении соответствующей потребности в виде опережающих реальные события возбуждений.

Отпечаток на канве доминирующей мотивации под влиянием подкрепления происходит сразу, практически с первого раза, в чем данная форма обучения отличается от условного рефлекса.

Отмеченные закономерности предварительного обогащения акцептора результата действия в ходе обучения проявляются, как показал Е. А. Умрюхин (1982), и в формировании интуитивной деятельности.

На этой основе создаются стереотипы достижения определенных жизненно важных результатов, столь специфические для каждого человека. Общеизвестно, что каждый индивид характеризуется своим стереотипом мышления, действий и даже характером речевой функции.

Психическая деятельность человека, таким образом, включает системноорганизованные следующие компоненты: чувства (эмоции), мотивы, память (запечатление, воспоминание), представление, воображение, веру, волю и др. «Это и воображение — свойство человека, пользуясь запасом наблюдений, мыслей и чувств, создавать наряду с действительностью вымышленную жизнь с вымышленными людьми и событиями» (Паустовский К. Животворящее начало // Золотая роза. 1983. С. 168).

Ведущая роль в организации психической деятельности принадлежит доминирующей мотивации. Именно мотивация и результат психической или поведенческой деятельности расчленяют психическую деятельность на отдельные дискретные «системокванты».

Мотивация и подкрепление формируют в структурах мозга специфические функциональные модули: системные ячейки, на основе которых, по-видимому, и осуществляются системные механизмы психической деятельности. Именно эти модули могут рассматриваться как функциональная основа процессов мышления.

Импринтинговый «узор» подкрепления, как сейчас становится все более ясным, организуют специальные белковые молекулы.

1.3. Мышление как системный процесс

Процесс мышления до сих пор не получил удовлетворительного научного объяснения.

В «Философском энциклопедическом словаре» дается следующее определение мышления: «Мышление — высшая форма активного отражения объективной реальности, состоящая в целенаправленном, опосредованном и обобщенном познании субъектом существенных связей и отношений предметов и явлений в творческом созидании новых идей, в прогнозировании событий и действий. Возникает и реализуется в процессе постановки и решения практических "теоретических проблем"» (1986).

Приведенное определение показывает, что процесс мышления включает элементы познания человеком действительности, обобщения знаний, творческую деятельность и прогноз. Все это указывает на то, что мышление — это системный многокомпонентный процесс.

Примером системного анализа процесса мышления являются представления П. Я. Гальперина (1959). Как считает П. Я. Гальперин, процесс мышления в своем становлении и развитии проходит несколько стадий: этап развернутых внешних действий (проб и ошибок), этап развернутой внешней речи, постепенно переходящий в этап внутреннего кодирования с использованием языковых и иных символов, и завершающий этап — собственно решение задачи или нахождение ответа на поставленный вопрос.

Процессы мышления тесно связаны с эмоциональными ощущениями. Человек осуществляет мыслительную деятельность с помощью субъективных эмоциональных ощущений, осмысливания предметных воздействий окружающего мира, оперируя словесными символами. Пространственно-временной континуум мыслительной деятельности также

расчленяется на дискретные участки, включающие осознание потребности (восприятие), предвидение потребных результатов и средств их достижения (воспоминание и воображение), наконец, оценку достигнутых результатов. Эти информационные процессы составляют основу формирования мыслей, которые, будучи порождением действительности, в то же время являются формой абстрагирования.

Мышление — историческое явление, учитывающее преемственность приобретаемых из поколения в поколение знаний. Из этого следует, что мышление отдельного человека опосредовано развитием мышления всего человечества. Отсюда понятно, что проблему мышления необходимо рассматривать как в историческом развитии человеческого общества, так и в онтогенетическом плане. Результативный труд человека существенно формирует его мыслительную деятельность.

Процессы мышления всегда разыгрываются на канве ранее отзвучавших мыслительных процессов. Основу психической деятельности человека могут составлять так называемые «прасистемы» (Швырков В. Б., 1988).

В эволюции живых существ мыслительная деятельность развивается из чувствования: из эмоциональных ощущений запаха, света, звуков (Mac Lean P., 1989). Ее первооснову составляют «системокванты» поведения. На определенном этапе эволюционного развития чувственное восприятие переходит в предметную мысль, отражающую речевую характеристику потребности и ее удовлетворения. При этом формируется системная архитектоника мыслительной деятельности.

Результатом мыслительной деятельности является формирование мыслей.

Мысли можно характеризовать как субъективное отражение в сознании человека динамики его объективно существующих потребностей, предвидения объектов и способов их удовлетворения путем постоянного реагирования субъекта на внешние воздействия в сопоставлении с механизмами памяти.

Мысли и поступки человека приводят к удовлетворению различных его потребностей. Внешним проявлением мыслительной деятельности являются специфические эмоциональные реакции и поведение, включая произнесение или написание речевой фразы.

Мыслительная деятельность, как и любая другая форма поведения, строится «системоквантами» — от потребности к ее удовлетворению в их последовательном и иерархическом взаимодействии. Как указывалось выше, квантование мыслительной деятельности отдельной личности развертывается в непрерывном континууме мыслительного процесса окружающих людей и в конечном счете — всего человеческого общества в его динамическом историческом развитии. В индивидуальном развитии человека, таким образом, можно говорить о системогенезе мышления, понимая под этим то, что процессы мышления взрослого человека

разыгрываются уже на сформированной его развитием и воспитанием в детстве «канве» пространственно-временной архитектоники мозговой деятельности, которая составляет индивидуальную личность (Швырков В. Б., 1985, 1988).

Представления о «квантах» мыслительной деятельности высказаны также А. Н. Соколовым (1968).

Особенность психического квантования мыслительной деятельности у человека — его выраженный, опережающий по отношению к событиям окружающей среды характер. «Системокванты» мыслительной деятельности определяют различные проявления психической деятельности, начиная с различных проявлений интуиции, логических операций и кончая творческой деятельностью человека.

Решение любой задачи (будь то задача грамматическая, математическая или задача по биологии, географии или литературе) требует выполнения определенной «цепочки» умственных действий.

Например, чтобы выделить причастный оборот запятыми, нужно проделать следующую цепочку действий, складывающуюся из отдельных звеньев: найти причастие; затем сообразить, какие слова к нему относятся, далее обнаружить определяемое слово; затем выяснить, какое место занимает причастный оборот по отношению к определяемому слову; и наконец вытянуть из всей этой цепочки последнее звено — решение — надо ли выделять оборот запятыми. А после всего этого еще и осуществить действие самоконтроля.

В соответствии с постулатами общей теории функциональных систем процесс мышления динамически развертывается во времени на основе последовательно сменяющих друг друга узловых стадий. Но мысль может перестраиваться по ходу целенаправленного поведенческого акта. Любые перестройки мыслительной деятельности осуществляются с точки зрения теории функциональных систем путем коррекции достигнутых результатов с акцептором результата действия с помощью обратной афферентации.

Процесс мышления различается в случае, когда субъект обучен достижению того или иного результата и при решении им новой, ранее не известной задачи.

В первом случае мышление полностью определяется информационными процессами, сформированными на структурах акцептора результата действия функциональной системы психического уровня.

Во втором случае под влиянием доминирующей мотивации строится, причем нередко с большим трудом, новая функциональная система. При этом используются все полученные ранее знания и учитывается окружающая субъекта обстановка.

Системные процессы мышления постоянно сопровождаются субъективными эмоциональными переживаниями человеком своих потреб-

ностей и отношения к воздействию факторов внешней среды в плане удовлетворения этих потребностей. С помощью эмоций осознаются и памятные следы.

Одни мысли строятся по отношению к себе, субъекту, другие — по отношению к внешним предметам и собеседникам. Каждая из этих операций строится либо внутренним, либо внешним звеном саморегуляции психической деятельности.

Мыслительная деятельность, формирующаяся у человека на словесной основе, по сравнению с эмоциональной деятельностью приобретает качественно новые информационные свойства, хотя ее общая архитектоника сохраняет все типичные черты функциональной системы.

Как правило, мыслительная словесная деятельность строится путем предварительной инструкции. В других случаях она определяется процессами памяти. С мыслью постоянно сравниваются результаты поведенческой деятельности. Однако мыслительная словесная деятельность может осуществляться процессами мозга и внутренней речи с помощью обратной афферентации от голосовых связок и мышц, тогда она может не выявляться во вне в виде поведения. Тем не менее, и в этом случае мыслительный процесс, как показал американский нейропсихолог Мак-Гиган (McGuigan F. J., 1981) проявляется в деятельности ротовых мышц и вегетативных процессов.

Системная динамика формирования речевой фразы приведена П. К. Анохиным в книге «Биология и нейрофизиология условного рефлекса» (1968). П. К. Анохин рассматривает пример формирования речевой фразы «Дайте мне стакан» (рис. 18). Он показывает, что указанная фраза формируется первично функциями мозга на основе процессов афферентного синтеза, принятия решения и акцептора результата действия. Произнесению человеком фразы предшествует опережающее построение ее мозговыми процессами. Построению речевой фразы предшествует формирование исходной психической потребности. Каждая фраза программируется дискретно с ориентацией на ее конечный по смысловому значению результат. Последующее произношение слов фразы происходит с поэтапным контролем каждого слова фразы с запрограммированным в акцепторе результата действия ее информационным эквивалентом с помощью обратной афферентации, поступающей от речевого аппарата.

В приведенном примере можно обратить внимание, во-первых, на то, что речевой фразе предшествует формирование исходной потребности. В данном случае — это потребность в приеме воды, определяющая доминирующую мотивацию жажды. Приведенная фраза будет повторяться человеком до тех пор, пока он не удовлетворит свою ведущую потребность. После этого очередная потребность сформирует следующую мысль и на ее основе — речевую фразу. Мыслительная деятельность разбивается на отдельные «системокванты».

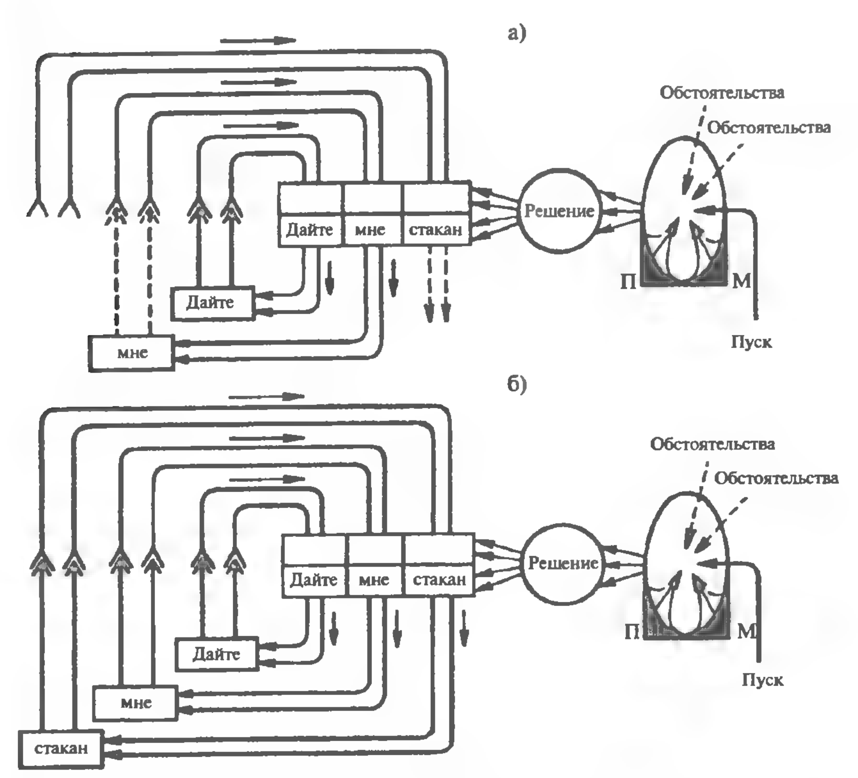


Рис. 18. Схема формирования фразы на основе акцептора результата действия (по П. К. Анохину, 1968):
а) — момент, когда возникло решение о произнесении фразы и уже сформирован акцептор результата действия на каждое слово фразы; б) — окончанию фразы сопутствует возникновение обратных афферентаций слухового характера, которые и закрепляются в контакте и сравнении обратных афферентаций с параметрами действия; П — память; М — доминирующая мотивация

Во-вторых, произнесению человеком фразы предшествует опережающее построение ее мозговыми процессами. Характерно, что каждая фраза программируется дискретно с ориентацией на ее конечный по смысловому значению результат.

П. К. Анохин специально не рассматривал процесс мышления, хотя приведенный пример демонстрирует системную организацию построения фразы в уме, т. е. мыслительную операцию. Пример показывает, что произнесению человеком фразы предшествует опережающее построение ее мозговыми процессами. Контролирование каждого слова в фразе происходит информационным эквивалентом, запрограммированным

в акцепторе результата действия, с помощью обратной афферентации, поступающей от речевого аппарата.

Афферентация, распространяющаяся от исполнительных аппаратов к акцептору результатов действия, позволяет человеку в динамике оценивать выражение мысли в словесной фразе и проигрывать мысль в уме при внутренней речи. Мыслительный процесс, в свою очередь, существенно зависит от состояния исполнительных органов, входящих в отдельные «системокванты» мыслительной деятельности. Они же по принципу мультипараметрического взаимодействия связаны с другими показателями жизнедеятельности организма. Саморегуляция мыслительной деятельности осуществляется на основе эквивалентных информационных процессов.

Голосовой аппарат, в свою очередь, является исполнительным компонентом системной организации процесса мышления. Голосовой аппарат, а также афферентация от голосовых связок по принципу обратной связи, отражает системную организацию процесса мышления. Звуки голоса, как правило, включаются в оценку мыслительного результата.

Исполнительными компонентами мышления являются также: поза, двигательные жесты, мимика, движения глаз и вегетативные компоненты: сердечно-сосудистые, дыхание, изменение кожно-гальванической реакции (КГР), температуры и др. Указанные процессы составляют стадию эфферентного синтеза системной архитектоники мыслительного процесса.

Поступки проявляются как следствие первичной внутримозговой организации мыслительного процесса.

Типичный пример динамического построения функциональной системы творческой мыслительной деятельности — разгадывание кроссворда. Предлагаемый вопрос стимулирует разгадывающего кроссворд человека к построению на основе личного знания или советов окружающих лиц, индивидуальной мысли с предполагаемым конечным результатом. Предполагаемый мысленный результат путем действия разгадывающего сравнивается с соответствующей ячейкой кроссворда и опорными буквами. В случае соответствия предполагаемого результата мыслительной деятельности требуемому условиями кроссворда ответу данный «системоквант» мыслительной деятельности заканчивается и сменяется следующим. В случае несоответствия достигнутого результата необходимому мыслительная деятельность продолжается до получения адекватного требованиям игры результата. На приведенном примере отчетливо выступает значение результата в мыслительной деятельности человека.

С позиций системного квантования поведения мысль может рождаться путем формирования определенной потребности, механизмами памяти или по ассоциации под влиянием определенных факторов внешней среды.

В других случаях она определяется процессами памяти. С мыслью постоянно сравниваются результаты поведенческой деятельности.

Например, человек захотел орехов. Мысль у него родилась на основе внутренней метаболической потребности. Потребность немедленно трансформировалась в мотивацию. Последняя апеллировала к памяти, опыту приема орехов в прошлом; формируется образ орехов и того места, где они могут храниться, например на кухне. Человек принимает решение пойти на кухню, взять орехи и наколоть их. Мысленно формируется акцептор результата действия, включающий на основе опыта свойства орехов, их местонахождение и способ возможного их получения. При особо страстном желании поесть орехов на основе эмоции включаются соматовегетативные компоненты. Человек встает с места, идет на кухню, находит орехи, колет их и съедает! Его мысль трансформировалась в поступки. Результаты поведения (поступков) все время оцениваются за счет обратной афферентации с акцептором результата действия. «Системоквант» мышления завершается удовлетворением потребности, получением полноценной информации о потребном результате.

В рассмотренном примере мысль реализовалась в континуум внешних результативных поведенческих поступков.

Может, однако, быть и такой вариант, когда при желании поесть орехов их не оказалось дома. Тогда мысль может угаснуть или же, наоборот, при чрезмерной силе исходной мотивации вызвать цепь поступков, связанных с приобретением орехов, например в магазине или на рынке, т. е. круг внешнего взаимодействия субъекта с окружающим миром значительно расширяется. Реализация мысли в действие, таким образом, зависит от выраженности мотива и внешних обстоятельств.

Другой пример. Человек сидит работает за письменным столом. Раздается звонок входной двери. В зависимости от значимости рабочего «системокванта» человек в одном случае встает и идет открывать дверь. В другом случае он ждет, когда это сделают домашние. В формировании мысли происходит сопоставление двух моментов: доминирующей мотивации и внешних обстоятельств. Если внешние обстоятельства оказываются доминирующими, например человек ждет важного для него другого человека, то на основе внешнего раздражителя и прежнего опыта формируется системный процесс поведения, направленный на результат — открытие двери. Если мотивация работы оказывается более значимой, да к тому же дома есть люди (опять обстоятельства!), человек может продолжать системную деятельность, направленную на достижение результатов творческой деятельности. Конечно, при открывании двери может возникнуть и рассогласование, если пришел другой человек.

Побуждение к формированию мысли, таким образом, может возникнуть эндогенно на основе метаболических потребностей или же

экзогенно — на основе внешних воздействий с постоянной мобилизацией жизненного опыта из памяти.

Приведенные примеры подтверждают мысль И. М. Сеченова: «Первая причина всякого человеческого действия лежит вне его» (Сеченов И. М., 1953, с. 114).

Действительно, в приведенном примере причина поведения находится во вне — орех, несмотря на то, что она возникла, казалось бы, внутри мозга на основе метаболической потребности. Функциональная система процесса мышления формировалась в этом случае на основе прошлого опыта, под влиянием прежних знакомств человека с орехами и другими внешними предметами и их применением. Даже в таком простом, казалось бы, примере со сгибанием пальца, который рассматривает И. М. Сеченов, исполнительный акт у человека строится не спонтанно в голове, а на основе прошлого опыта субъекта. Сиюминутное действие и его результаты сравниваются с системной организацией мыслительной деятельности, сформированной на основе навыков прошлого.

С точки зрения системной архитектоники мыслительного акта волевые усилия также определяются процессами афферентного синтеза, доминированием внешних обстоятельств над внутренними потребностями, доминированием механизмов памяти, нравственных идеалов над биологическими или менее значимыми социальными потребностями.

Мыслительная деятельность человека, таким образом, может стимулироваться экзогенно на основе внешних информационных воздействий с постоянной мобилизацией жизненного опыта субъекта из памяти.

Особая роль в формировании мыслительной деятельности человека принадлежит предварительной инструкции или наставлению. Словесная или письменная инструкция формирует у человека акцептор результата действия, в котором программируется определенная цель — потребный результат и ведущие к нему мыслительные действия — «мыслительная энграмма», «мысленный образ».

С точки зрения теории функциональных систем процесс наставления и формирования «мысленного образа» начинается с действия параметров подкрепляющего раздражителя на рецепторы мотивированного потребностью субъекта. При этом на основе обратной афферентации в структурах акцептора результата действия формируется «мысленный образ» подкрепления. Исходная мотивация и пусковой условный стимул еще более активируют «мысленный образ» подкрепления, место его нахождения и способы достижения. Иными словами, между потребностью и результатом, удовлетворяющим доминирующую потребность, существует динамическое двустороннее взаимодействие. С одной стороны, «мысленный образ» или акцептор результата действия может создаваться параметрами подкрепления при его непосредственном или даже дистанционном действии. С другой стороны, «мысленный образ» подкрепления в форме акцептора результата действия, как указывалось

ранее, может активироваться доминирующей мотивацией или условным стимулом на основе предшествующего опыта.

Инструкция «отпечатывается» на структурах мозга, создавая своеобразную модель мыслительной деятельности — «матрицу». Эти матрицы мыслительной деятельности при возникновении очередной какой-либо потребности активируются доминирующей мотивацией; с ними в процессе поведенческой деятельности с помощью обратной афферентации постоянно сравниваются достигнутые результаты.

Мыслительная деятельность, порождаясь потребностями, в значительной степени разыгрывается на динамической структуре акцептора результата действия. У человека эти процессы осуществляются преимущественно функциями ассоциативной фронтальной коры больших полушарий и ее связями с другими структурами мозга.

В мыслительном процессе можно выделить следующие операции: побуждение, превращение ощущений в символические формы; обобщение; дробный анализ действительности; расчленение предметов на классы, весовые отношения, размеры; пространственные отношения; классификация понятий; абстрагирование и т. д.

Все эти операции осуществляются мозговой деятельностью на структурной основе аппарата акцептора результата действия. В результате «в отличие от животного — утилитарного практика, человек уже с детства начинает быть теоретиком» (Сеченов И. М., 1953, с. 301).

Умственное богатство взрослого человека приведено в определенную систему, разгруппированную на определенные понятия, раздельность объектов, сопоставление их друг с другом во времени и пространстве. На этой основе формируются «штампы» и стереотипы мыслительной деятельности, а также научное знание. Эти свойства мыслительной деятельности весьма консервативны и их переделка затруднительна.

Общая теория функциональных систем, предложенная П. К. Анохиным, открывает новые перспективы исследования процесса мышления: особенно моделирования внутреннего и внешнего звена психической деятельности.

На основе теории функциональных систем П. К. Анохина и наших теоретических разработок о системном квантовании поведения Е. А. Александров (1975) предложил закон встречных логических противоположностей, согласно которому мотивация и подкрепление, встречаясь на одних структурах мозга, способствуют формированию аппарата предвидения будущего результата. Эти представления уже сейчас применимы для создания роботов нового поколения, способных не только оценивать свое внутреннее состояние, но и предвидеть потребные результаты. Можно думать, что направление моделирования искусственного интеллекта на основе теории функциональных систем будет успешно продолжено в будущем.

Литература

1. *Александров Е. А.* Основы теории эвристических решений. М.: Сов. Радио, 1975. С. 196–197.
2. *Анохин П. К.* Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М.: Медицина, 1968. 547 с.
3. *Анохин П. К.* Избранные труды. Системные механизмы высшей нервной деятельности. М.: Наука, 1979. 453 с.
4. *Анохин К. В., Белоцерковская Н. А., Краевский А. А.* Азидотимидин тормозит долговременную память у мышей // Бюл. эксперим. биол. и мед. 1988. № 8. С. 144–145.
5. *Анохин П. К.* Предисловие // Гельгорн Э., Луфборроу Дж. Эмоции и эмоциональные расстройства. М.: Мир, 1966. С. 5–18.
6. *Анохин П. К.* Психическая форма отражения действительности // Ленинская теория отражения и современность. София: Наука и искусство, 1969. 725 с.
7. *Анохин П. К.* Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. М.: Наука, 1978. С. 49–106.
8. *Анохин П. К.* Кибернетика функциональных систем // Избранные труды. М.: Медицина, 1998. 400 с.
9. *Батуев А. С.* О мозговой локализации функций // Методологические аспекты изучения деятельности мозга. М.: Наука, 1986. С. 161–175.
10. *Беленков Н. Ю.* Принципы целостности в деятельности мозга. М.: Медицина, 1980.
11. *Бериташвили И. С.* Структура и функции коры большого мозга. М.: Наука, 1969.
12. *Бехтерева Н. П., Гоголицын Ю. А., Кропотов Ю. Д., Медведев С. В.* Нейрофизиологические механизмы мышления. Л.: Наука, 1985. 272 с.
13. *Бехтерева Н. П.* Здоровый и больной мозг человека. Л.: Наука, 1980. 208 с.
14. *Боксер О. Я., Судаков К. В.* Системный анализ двигательных реакций человека в разных режимах работы целенаправленного поведенческого акта // Усп. физиол. наук. 1981. Т. 12. № 1. С. 3–31.
15. *Брагина Н. Н., Доброхотова Т. А.* Функциональные асимметрии человека. М.: Медицина, 1988. 239 с.
16. *Буров Ю. В., Ведерников Н. Н.* Нейрохимия и фармакология алкоголизма. М., 1964.
17. *Бурчуладзе Р. А., Салиева Р. М., Кошелев С. Г., Самко Ю. Н.* Самораздражение на фоне действия блокаторов синтеза белка и олигопептидов // Бюл. эксперим. биол. и мед. 1968. Т. 105. № 4. С. 381–389.
18. *Воробьева Т. М.* Влияние длительной алкоголизации на электрическую активность мозга и эмоциональное поведение у крыс // Журн. высш. нервн. деят. 1977. Т. 27. № 2. С. 252–261.
19. *Гальперин П. Я.* Развитие исследований по формированию умственных действий // Психологические науки в СССР. М.: АПН РСФСР, 1959.
20. *Журавлев Б. В.* Системный анализ активности нейронов мозга при пищедобывательном поведении у животных // Нейроны в поведении: системные аспекты. М., 1986. С. 170–179.

21. *Зилов В. Г.* Интегративные свойства доминирующей мотивации на стадии афферентного синтеза // Вестник АМН СССР. 1985. № 2. С. 93–96.
22. *Иваницкий А. М., Стрелец В. Б., Корсаков И. А.* Информационные процессы мозга и психическая деятельность. М.: Наука, 1984. 200 с.
23. *Иваницкий А. М.* Синтез информации в ключевых отделах коры как основа субъективных переживаний // Журн. высш. нервн. деят. 1997. Т. 47. Вып. 2. С. 209–225.
24. *Иваницкий А. М.* Психическая деятельность и организация мозговых процессов // Вестник АМН СССР. 1987. № 8. С. 14.
25. *Калимо Р., Мешман Т. Н.* Психологические и поведенческие реакции на стресс в условиях работы // Психологические факторы на работе и охрана здоровья / Под ред. Р. Калимо, М. А. Эль-Батави, К. Л. Купера. Женева: ВОЗ, 1989. С. 31–42.
26. *Карамян А. И.* Эволюция конечного мозга позвоночных. Л.: Наука, 1976. 256 с.
27. *Келешева Л. Ф., Котов А. В., Судаков К. В.* Алкогольное влечение: роль олигопептидов в центральных механизмах // Микробиология, эпидемиология и иммунобиология. 1989. № 3. С. 101–108.
28. *Коган А. Б.* Функциональная организация нейрональных механизмов мозга. Л., 1979.
29. *Кольдиц М., Кравцов А. Н.* Чувствительность нейронов парафасцикулярного комплекса таламуса кролика к ангиотензину-II при раздражении вентромедиального гипоталамуса // Бюл. эксперим. биол. и мед. 1984. Т. 89. С. 50–55.
30. *Коплик Е. В.* Особенности распространения возбуждения из вентромедиального гипоталамуса на лимбико-ретикулярные структуры мозга // Бюл. эксперим. биол. и мед. 1978. Т. 85. № 4. С. 390–392.
31. *Костандов Э. А.* Функциональная асимметрия полушарий мозга и неосознаваемое восприятие / Под ред. П. В. Симонова. М.: Наука, 1983. 171 с.
32. *Котов А. В.* Взаимодействие пищевого мотивационного и подкрепляющего возбуждений на нейронах коры головного мозга: Автореф. канд. дисс. М., 1973. 25 с.
33. *Котов А. В.* Системные механизмы поведения при нарастании уровня мотивации в конфликтных ситуациях // Вестник АМН СССР. 1985. № 2. С. 35–40.
34. *Красотина Е. В.* Исследование методов развития музыкального слуха в процессе изучения хоровой партитуры: Автореф. канд. дисс. М., 1972. 30 с.
35. *Кропотов Ю. Д., Пономарев В. А.* Реакции нейронов и вызванные потенциалы в подкорковых структурах мозга человека при зрительном опознании. Сообщ. 2: Влияние релевантности стимулов на вызванные реакции нейронов // Физиология человека. 1986. Т. 12. № 1. С. 58–64.
36. *Крушинский Л. В.* Биологические основы рассудочной деятельности. М.: Изд-во МГУ, 1977. 272 с.
37. *Леонтьев А. Н.* Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1976. 304 с.
38. *Лисицкий А. В.* Роль пищевого мотивационного возбуждения в конвергентных свойствах нейронов сенсомоторной коры мозга: Автореф. канд. дисс. М., 1976. 26 с.

39. *Макаренко Ю. А.* Системная организация эмоционального поведения. М.: Медицина, 1980. 206 с.
40. *Мехтиев А. А., Долгов О. Н., Шерстнев В. В.* Влияние антител к мозгоспецифическим негистоновым белкам хроматина на поведение пассивного избегания у крыс // Журн. высш. нервн. деят. 1985. Т. 35. № 6. С. 1175–1176.
41. Павловские среды. М.—Л., 1949. Т. III.
42. *Павлов И. П.* Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. М.: Медгиз, 1951. С. 448–462.
43. *Павлов И. П.* Рефлекс цели. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. М.: Медгиз, 1951 а. С. 197–201.
44. *Панфилов А. А., Лосева Т. Н.* Электрофизиологический анализ активации коры головного мозга при длительном голодании // Физиол. журн. СССР. 1966. Т. 52. № 5. С. 447–452.
45. *Правдивцев В. А.* Эфферентно-афферентная конвергенция в системной организации двигательных актов: Автореф. докт. дисс. М., 1992. 40 с.
46. *Правдивцев В. А.* Нейрофизиологические корреляты воспроизведения эмоциональных компонентов подкрепления на элементах акцептора результатов действия // Системные механизмы эмоциональных реакций. М.: 1978. С. 38–39.
47. *Пратусевич Ю. М.* Определение работоспособности учащихся. М.: Медицина, 1985. 128 с.
48. *Пратусевич Ю. М., Орбачевская Г. Н., Сербиненко М. В.* Системный анализ процесса мышления. М.: Медицина, 1989.
49. *Райков В. Л.* Биоэволюция и совершенствование человека. Гипноз, сознание, творчество, искусство. М., 1998. 648 с.
50. *Рычкова Г. Н.* Динамика формирования аппарата прогнозирования в целенаправленном поведении // Усп. физиол. наук. 1981. Т. 12. № 4. С. 99–111.
51. *Сеченов И. М.* Избр. произв. М.: Гос. Уч. Пед. Изд-во Мин. Просв. РСФСР, 1953.
52. *Сеченов И. М.* Элементы мысли. Избр. произв. М.: Гос. Уч. Пед. Изд-во Мин. Просв. РСФСР, 1953.
53. *Сеченов И. М.* Рефлексы головного мозга. Избр. произв. М., 1953.
54. *Симонов П. В.* Теория отражения и психофизиология эмоций. М.: Наука, 1970. 141 с.
55. *Симонов П. В.* Эмоциональный мозг. М.: Наука, 1981. 216 с.
56. *Синичкин В. В.* Взаимодействие гипоталамических и моторных антидромных возбуждений на нейронах орбитальной коры // Материалы 9-й Всесоюзной конф. по пробл. кортико-висцер. физиологии. Баку, 1971. С. 193.
57. *Снякин П. Г.* Функциональная мобильность рецепторов // Усп. физиол. наук. 1971. Т. 2. № 3. С. 32–57.
58. *Соколов А. Н.* Внутренняя речь и мышление. М.: Просвещение, 1968. 248 с.
59. *Соллертинская Т. Н.* Гипоталамо-кортикальные связи в филогенезе позвоночных // Усп. физиол. наук. 1973. Т. 4. № 4. С. 54–89.
60. *Судаков К. В.* Биологические мотивации. М., 1971. 305 с.
61. *Судаков К. В.* «Элементы мысли» как основа системной организации процесса мышления // Журн. высш. нервн. деят. 1995. Т. 45. Вып. 6. С. 1217–1219.

62. *Судаков К. В.* Пейсмекерная роль гипоталамуса в формировании нормальных и патологических пищевых мотиваций // Физиол. журн. СССР. 1978. Т. 24. № 5. С. 589–601.
63. *Судаков К. В.* Общая теория функциональных систем. М.: Медицина, 1984. 224 с.
64. *Судаков К. В.* (ред.) Функциональные системы организма. М.: Медицина, 1987. 432 с.
65. *Судаков К. В.* Олигопептиды в формировании биологических мотиваций // Журн. высш. нервн. деят. 1967. Т. 37. Вып. 1. С. 78–87.
66. *Судаков К. В.* Олигопептиды в системных механизмах поведения // Физиологически активные пептиды. Пущино, 1988. С. 68–79.
67. *Судаков К. В.* Физиологические мотивации как основа формирования алкогольной мотивации и наркотической зависимости // Вопр. наркологии. 1990. № 3. С. 3–14.
68. *Судаков К. В.* Физиология мотиваций. М., 1990. 63 с.
69. *Судаков К. В.* Системные функции мозга в условиях действия блокаторов синтеза белка и олигопептидов // Вестник АМН СССР. 1992. Т. 7. С. 40–47.
70. *Судаков К. В.* Пейсмекер доминирующей мотивации // Физиол. журн. СССР. 1992. Т. 78. № 12. С. 1–11.
71. *Судаков К. В.* Квантование жизнедеятельности // Усп. совр. биологии. 1992 а. Т. 112. № 4. С. 512–527.
72. *Судаков К. В.* Избранные лекции по нормальной физиологии. М.: Эрус, 1992 б. 242 с.
73. *Судаков К. В.* Диагноз здоровья. М.: ММА им. И. М. Сеченова, 1993. 120 с.
74. *Судаков К. В.* Функциональные системы в норме и патологии // Экспериментальная и прикладная физиология. Системные механизмы поведения / Тр. Научн. Совета по экспер. и прикл. физиол. РАМН. М., 1993 б. Т. 2. С. 17–33.
75. *Судаков К. В.* Нейрофизиологические основы доминирующей мотивации // Вестник РАМН. 1993. № 7. С. 42–48.
76. *Судаков К. В.* Условный рефлекс в системной организации поведенческих актов // Физиол. журн. СССР. 1993. Т. 79. № 5. С. 23–35.
77. *Судаков К. В.* Нейрональная констелляция доминирующей мотивации // Вестник СПбГУ. 1994. Сер. Биол. Вып. 2. № 10. С. 33–48.
78. *Судаков К. В.* Мотивация и подкрепление в системных механизмах поведения: динамические энграммы подкрепления // Журн. высш. нервн. деят. 1995 а. Т. 45. № 6. С. 627–637.
79. *Судаков К. В.* Информационный принцип в физиологии: анализ с позиций общей теории функциональных систем // Усп. физиол. наук. 1995 б. Т. 26. № 4. С. 3–27.
80. *Судаков К. В.* Информационный принцип работы мозга // Психол. журн. 1996 а. Т. 17. № 1. С. 110–127.
81. *Судаков К. В.* Теория функциональных систем. М.: Медицинский музей, 1996 б. 95 с.
82. *Судаков К. В.* Голографический принцип системной организации процессов жизнедеятельности // Усп. физиол. наук. 1997 а. Т. 28. № 4. С. 3–32.
83. *Судаков К. В.* Информационные свойства функциональных систем: теоретические аспекты // Вестник РАМН. 1997 б. № 6. С. 3–25.

84. *Судаков К. В.* Рефлекс и функциональная система. Новгород: НовГУ, 1998 а. 399 с.
85. *Судаков К. В.* Субъективная грань жизнедеятельности: эволюционные предпосылки и информационная сущность // Диалектика материального и идеального в познании сущности здоровья и болезни. М.: Русский врач, 1998 б. С. 5–31.
86. *Судаков К. В., Котов А. В., Келешева Л. Ф. и др.* Нейрофизиологические основы формирования алкогольной мотивации в эксперименте // Вопросы наркологии. 1988. № 3. С. 7–14.
87. *Судаков С. К.* Нарушение пищевого поведения кроликов при внутрижелудочковом введении антигастриновых иммуноглобулинов // Журн. высш. нервн. деят. 1986. Т. 36. № 2. С. 391–393.
88. *Судаков С. К.* Молекулярные механизмы памяти в системной организации поведенческих актов // Функциональные системы организма. М., 1987 а. С. 167–178.
89. *Судаков С. К.* Молекулярные механизмы вовлечения пирамидных нейронов сенсомоторной коры мозга в организацию пищевого поведения кроликов // Нейрофизиология. 1987 б. Т. 19. № 5. С. 601–606.
90. *Умрюхин Е. А.* Системные механизмы подсознательной деятельности человека // Вестник АМН СССР. 1982. Т. 2. С. 88–95.
91. *Ухтомский А. А.* Собр. соч. Л., 1950. Т. 1. 328 с.
92. *Ухтомский А. А.* Доминанта. Л., 1966. С. 236–265.
93. *Ухтомский А. А.* Интуиция совести / Под ред. А. С. Батуева. СПб.: Петербургский писатель, 1996. 526 с.
94. *Ухтомский А. А.*, Доминанта как фактор поведения // Собр. соч., 1925. Т. 1. С. 293.
95. Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейробиология // Сб. научных трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Кругликова, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. 310 с.
96. *Фадеев Ю. А.* Нейроны коры большого мозга в системной организации поведения. М., 1986. 174 с.
97. *Филомафитский А. М.* Физиология, изданная для руководства своих слушателей. Т. III.
98. Философский энциклопедический словарь. М.: Сов. Энциклопедия, 1983. С. 391.
99. *Хаютин С. Н.* Характеристика активности одиночных нейронов зрительной коры в условиях выраженной пищевой мотивации // Журн. высш. нервн. деят. 1972. № 6. С. 1248–1259.
100. *Чуприкова Н. И.* Психика и сознание как функция мозга. М.: Наука, 1985. 200 с.
101. *Швырков В. Б.* Психофизиологическое изучение структуры субъективного отражения // Психол. журн. 1985. Т. 6. № 3. С. 22–37.
102. *Швырков В. Б.* Системно-эволюционный подход к изучению мозга, психики и сознания // Психол. журн. 1988. № 1. С. 132–148.
103. *Шиварев Н. А.* Теория функциональной системы (по П. К. Анохину) и процессы мышления // Актуальные вопросы психиатрии и наркологии. Пермь, 1984. С. 133–135.

104. *Эрдниев П. М., Эрдниев Б. П.* Укрупнение дидактических единиц в обучении математике. М.: Просвещение, 1986. 255 с.
105. *Юзвишин И. И.* Информациология. М.: Радио и связь, 1996. 215 с.
106. *Юматов Е. А., Быкова Е. В.* Нейрохимическая характеристика нейронов вентромедиального гипоталамуса кроликов при отрицательных эмоциональных реакциях // Журн. высш. нервн. деят. 1982. № 4. С. 716–723.

107. *Anand B. K.* Physiol. Rev. 1961. Vol. 41. P. 677–708.
108. *Elbert T., Patnev C., Wienbruch C., Rockstroh B., Taub E.* Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players // Science. 1995. Vol. 270. P. 305–307.
109. *Gazzaniga M. S., LeDoux J. E.* The integrated mind. N.Y.—London: Plenum Press, 1978. 168 p.
110. *Hoffman P. L., Melchior Ch. L., Tabakoff B.* Life Sci. 1983. Vol. 32. № 10. P. 1965–1071.
111. *Hull C. L.* Principles of behavior. N.Y.: Appl. Centre. Crofts, 1943.
112. *Lansdell H., Urbach N.* Sex differences in personality measures related to size and side of temporal lobe ablations // Proceed. of the 73rd Annual Convention of the American Psychological Ass. 1965. Vol. 1. P. 113–114.
113. *Lashley K. S.* Cerebral organization and behavior // Research Publ. Assoc. for Research in Nervous and Mental Diseases. 1958. Vol. 36. P. 1.
114. *Luttinger D., Nemeroff C. B., Mason G. A., Frye C. D., Breese G. R., Prange A. J.* Neuropharmacology. 1981. Vol. 20. P. 305–309.
115. *Mac Donnel M. F., Flynn J. F.* Science. 1966. Vol. 152. P. 1406–3727.
116. *Mac Guigan F. J.* Calm down. A guide for stress and tension control. New Jersey, 1981.
117. *Mac Lean P.* The triune brain in evolution. Role in paleocerebral functions. Plenum Press, 1989. 672 p.
118. *Mac Lean P.* Women: a more balanced brain. Zygon, 1996. Vol. 31. № 3. P. 421–439.
119. *Papez J. W.* A proposed mechanism of emotion // Arch. Neurol. Psych. 1937. Vol. 38. P. 725–743.
120. *Ritmann R. F., Hoffman P. L., Tabakoff B.* Drug and alcohol depend. 1980. Vol. 6. № 1–2. P. 103–104.
121. *Sperry R. W.* Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres // Nobel Lecture 8 December / Biosci. Rep. 1982. Vol. 2. P. 265–276.
122. *Sudakov K. V.* Acta Physiol. Scand. 1989. Vol. 136. Suppl. 583. P. 35–39.

Ю. И. Александров

Глава 2

Теория функциональных систем и системная психофизиология

«В сущности интересует нас в жизни только одно: наше психическое содержание», — писал И. П. Павлов. — «Психическое содержание» исследуется представителями как естественных наук, например, физиологии, так и общественных наук, к которым принято относить психологию, сочетающую естественнонаучные методы с «герменевтическими» (Павлов И. П., 1949, с. 351).

Контакты между названными науками, возникающие при решении проблем, представляющих взаимный интерес, часто «искрят» (Швырков В. Б., 1995), что вызывает у многих физиологов и психологов желание изолировать свою дисциплину, оградить ее от посторонних посягательств. Однако многим выдающимся психологам уже давно было очевидно, что предпринимаемые как психологами, так иногда и физиологами попытки эмансипировать психологию от физиологии совершенно неправомерны, поскольку предмет психологии — нейропсихический процесс (Бехтерев В. М., 1991), целостная психофизиологическая реальность (Выготский Л. С., 1982), которая лежит в основе всех без изъятий психических процессов, включая и самые высшие (Рубинштейн С. Л., 1973). Со стороны психофизиологии также были приведены веские аргументы в пользу того, что самостоятельная, отделенная от психологии физиология не может выдвинуть обоснованной концепции целостной деятельности мозга (Швырков В. Б., 1995).

«Изоляция какой-либо дисциплины есть верный показатель ее ненаучности», — справедливо заключает М. Бунге, отвечая на вопрос «Является ли психология автономной дисциплиной?». Психология же тесно взаимодействует и даже перекрывается с биологией, в частности, с физиологией (Bunge M., 1990), причем область их взаимодействия постоянно увеличивается. Логика развития методологии и методов науки, а также «социальные заказы», заставляющие преодолевать междисциплинарные барьеры (Абульханова К. А. и др., 1996), определяют возможность и необходимость все большего привлечения методов физиологии для разработки проблем профессионального и психического здоровья, сознания и бессознательного, изучения структуры сложной деятельности человека — совместной, речевой, операторской и мн. др. Связь

и взаимозависимость психологии и физиологии оказываются настолько сильными, что позволяют рассматривать их развитие как коэволюцию (Bunge M., 1990; Churchland P., 1986).

Каково же место психофизиологии, науки, обязанной своим происхождением и даже названием сосуществованию психологии и физиологии и призванной устанавливать между ними связь в ходе коэволюции? Каков ее специфический вклад? Можно ли свести роль психофизиологии к использованию методов физиологии для изучения психических процессов и состояний? Как будет показано в настоящей главе, в зависимости от методологических установок на эти вопросы могут быть даны разные ответы.

При всем многообразии теорий и подходов, используемых в психологии, психофизиологии и нейронауках, их можно условно разделить на две группы. В первой из групп в качестве основного методологического принципа, определяющего подход к исследованию закономерностей организации поведения и деятельности, рассматривается реактивность, во второй — активность.

Использование принципа реактивности как объяснительного в научном исследовании базируется на идеях Рене Декарта. Декарт полагал, что организм может быть изучен, как машина, основной принцип действия которой — рефлекс, обеспечивающий связь между стимулом и ответом. Животные при этом оказывались живыми машинами, и крики боли животных рассматривались как «скрип несмазанных машин» (Роуз С., 1995). Человека, тело которого — машина, наличие души освободило от автоматического реагирования. Душа его состоит из разумной субстанции, отличной от материи тела, и может влиять на последнее через эпифиз. Идеи Декарта давно уже стали достоянием не только науки, но и основой бытовой или обыденной психологии (folk psychology), под которой понимается основанное на здравом смысле, не требующее точных определений понимание психических процессов и состояний (Сеченов И. М., 1873; Churchland P., 1986). Люди в быту свободно оперируют понятиями «стимул», «рефлекс», «реакция», начинают рассматривать их как нечто само собой разумеющиеся и составляющее «реальность» (Московичи С., 1995). Что же касается науки, совершенно очевидно, что серебрящийся «благородной сединой столетий» рефлекс (Анохин П. К., 1945) оставался центральным инвариантным звеном психофизиологических теорий, несмотря на целый ряд изменений, которые претерпели эти теории (Соколова Л. В., 1995). С рефлекторных позиций события, лежащие в основе поведения, в общем представляются как линейная последовательность, начинающаяся с действия стимулов на рецепторные аппараты и заканчивающаяся ответным действием.

Рассмотрение поведения и деятельности как направленных в будущее, включает понимание активности как принципиального свойства живой материи; конкретная же форма проявления активности зависит

8 Зак. 282

от уровня организации этой материи (Анохин П. К., 1978). Категориальное ядро представлений данной группы значительно менее гомогенно, по сравнению с первой. Это ядро сформировалось в результате многочисленных, особенно в последнем столетии, попыток, исходя из разнообразных теоретических посылок, преодолеть механистические реактивностные схемы, заменив их представлениями об активном, целенаправленном поведении (см.: Alexandrov Yu. I., Jarvilehto Т., 1993).

Так, Дж. Икскюль (J. von Uexkull, 1957) полагал, что поведение должно быть рассмотрено не как линейная последовательность событий, начинающаяся с возбуждения рецепторов, а как функциональное кольцо. Дж. Гибсон (1988) считал, что среда и организм не являются отдельностями, но образуют функциональное единство, к анализу которого принцип стимул-реакция не может быть применен. Разработан целый ряд других существенно различающихся концепций, которые объединяло признание активности в качестве базового методологического принципа (Tolman Е. С., 1932; Koffka К., 1935; Бернштейн Н. А., 1966; Dewey J., 1969 и др.). Специально следует подчеркнуть, что центральным пунктом теории деятельности, развитой в отечественной психологии, является представление об активном, а не реактивном субъекте.

В последнее время представление об активном, целенаправленном характере поведения человека и животного становится все более распространенным. Наряду с положительными следствиями этот процесс имеет и отрицательные. Необходимость в поиске «механизмов» целенаправленной активности ориентироваться на нейронауки — ту область исследований, в которой позиции рефлекса очень прочны, а также недооценка того, что парадигмам активности и реактивности соответствуют принципиально различающиеся способы описания поведения и деятельности, обусловливают эклектичность многих теорий в психологии и психофизиологии (Александров Ю. И., 1995).

Утверждения, базирующиеся на разных видах эклектического объединения понятий сопоставляемых парадигм (активности и реактивности), можно, упрощая, свести к трем связанным группам. 1) «Филогенетическая» эклектика. Люди ведут себя целенаправленно, а животные отвечают на стимулы. Целенаправленность — преобразованная в процессе эволюции реактивность (см. выше о «живых машинах»). 2) «Уровневая» эклектика. В основе целенаправленного поведения и деятельности лежат рефлекторные «механизмы», или «реализаторы». На высших уровнях организации деятельности, психических процессов, поведения, движения и т. д. действует принцип активности, целенаправленности, а на низших — реактивности. Целостный организм осуществляет целенаправленное поведение, а его отдельный элемент, нейрон, реагирует на стимул. 3) «Анатомическая», или «центрально-периферическая», эклектика. Нейроны центральных структур пластичны, их активность зависит от поведенческого контекста, мотивации, цели и т. д. Периферические элементы

ригидны и являются лишь преобразователями энергии внешних воздействий в импульсные коды или исполнителями центральных команд.

Оценивая системность как один из основных объяснительных принципов в науке, М. Г. Ярошевский (1996) справедливо замечает, что антиподом системности является эклектизм — смешение разнородных, зачастую противоположных, положений и принципов, замена одних логических оснований другими. Именно эклектика, наряду с неадекватным решением психофизиологической проблемы (см. раздел 2.5), является наиболее серьезным препятствием на пути синтеза психологического и физиологического знания в рамках методологически непротиворечивой психофизиологии.

Последовательное развитие теории функциональных систем заставило отказаться от представления о реактивности не только на организменном, но и на клеточном уровне в пользу представлений об активности и целенаправленности, что, в свою очередь, обусловило существенное изменение методологии, задач и методов объективного исследования субъективного мира и привело к формированию нового направления в психологии — **системной психофизиологии.**

Концептуальные построения многих авторов, относящиеся к парадигме активности, могут быть, с теми или иными оговорками, рассмотрены как варианты методологии системного подхода. Системный подход — не новость в психологии (Зинченко В. П., Моргунов Е. Б., 1994), а сам термин «системный подход» стал использоваться уже больше трех десятилетий назад (Блауберг И. В., Юдин Б. Г., 1986). Понимание системности изменялось на последовательных этапах развития науки; не одинаково оно и для разных вариантов системного подхода, существующих на одном и том же этапе (Анохин П. К., 1975). В частности, и в психофизиологии системный подход далеко не однородное направление и общим для таких авторов как П. К. Анохин, Н. Ю. Беленков, Н. П. Бехтерева, М. Н. Ливанов, А. Р. Лурия, Е. Р. Джон (Е. R. John) и многих других оказывается главным образом лишь признание того, что «функция» (что бы под ней ни понимали разные авторы) реализуется не отдельными структурами или клетками, а их системами (Швырков, 1995). Системная психофизиология является развитием теории функциональных систем, разработанной академиком П. К. Анохиным и его школой.

2.1. Отличие теории функциональных систем от других вариантов системного подхода

Термин «система» обычно применяется для того, чтобы указать на собранность, организованность группы элементов, отграниченность ее от других групп и элементов. Давалось множество определений системы, которые характеризовали ее, выделяли из «несистем». В общем, они сводились к пониманию системы как комплекса взаимодействующих

элементов, объединенных определенной структурой. При этом под структурой понимались законы связи и функционирования элементов. П. К. Анохин (1975), подробно проанализировав разные варианты системного подхода, пришел к следующим аргументированным заключениям. Взаимодействие элементов само по себе, с одной стороны, не дает исследователю в какой-либо конкретной области науки ничего нового, так как является даже для начинающего исследователя аксиомой. С другой стороны, взаимодействие не может рассматриваться как механизм ограничения огромного числа степеней свободы каждого из множества элементов живых систем; взаимодействие их создаст не систему, а хаос.

Главным препятствием для использования проанализированных вариантов системного подхода в конкретном исследовании П. К. Анохин считал отсутствие в их методологии понятия о системообразующем факторе, детерминирующем формирование и реализацию системы. До тех пор пока исследователь не определит такой фактор, который, 1) являясь неотъемлемым компонентом системы, ограничивал бы степени свободы ее элементов, создавая упорядоченность их взаимодействия и 2) был бы изоморфным для всех систем, позволяя использовать систему как единицу анализа в самых разных ситуациях, все разговоры о системах и преимуществах системного подхода перед несистемным останутся только разговорами (Анохин П. К., 1975, с. 32).

Важнейшим событием в развитии теории функциональных систем стало определение **системообразующего фактора — результата системы,** под которым понимается полезный приспособительный эффект в соотношении организма и среды, достигаемый при реализации системы. Таким образом в качестве детерминанты поведения в теории функциональных систем рассматривается **не прошлое** по отношению к поведению событие — стимул, а будущее — результат. При анализе внешнего поведения индивида мы можем описать результат как определенное соотношение организма и внешней среды, которое прекращает действие, направленное на его достижение, и делает возможной реализацию следующего поведенческого акта (Швырков В. Б., 1978). Как выглядит достижение результата «изнутри», станет ясно, когда мы обсудим проблему системной детерминации активности нейронов.

На основании результатов уже самых ранних своих экспериментов П. К. Анохин пришел к выводу о том, что для понимания приспособительной активности индивида следует изучать не «функции» отдельных органов или структур мозга в их традиционном понимании (как непосредственных отправлений того или иного субстрата (Александров Ю. И., 1989), а формирование системных организаций, захватывающих множество разнородных морфологических образований. Суть таких организаций состоит в том, что отдельные вовлеченные в них компоненты не взаимодействуют, а взаимосодействуют, координируют свою активность для получения конкретного результата. Рассмотрев **функцию** как достижение этого результата, П. К. Анохин дал следующее определение **функциональной системы.** Системой можно назвать только такой комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретает характер взаимоСОдействия компонентов, направленного на получение полезного результата.

Каким образом результат — событие, которое наступит в будущем, может детерминировать текущую активность? Решением этого «временного парадокса» была разработка представления об «информационном эквиваленте результата», о модели будущего результата — цели, которая и выступает в качестве такой детерминанты. Введение понятия **акцептор результатов действия,** который формируется до реального появления результата и содержит его прогнозируемые параметры, стало существеннейшим этапом в развитии теории функциональных систем. Закономерности формирования и функционирования акцептора результатов действия разных функциональных систем были проанализированы в многочисленных экспериментах и на самых разных уровнях: от поведенческого до тонкого нейрофизиологического и молекулярно-биологического.

Характерно, что уже для Аристотеля (1937) была очевидна целенаправленность поведения. Т. е. идея целенаправленности никак не может считаться новой, хотя в истории можно выделить период, когда она была надолго вытеснена из научного обихода формирующимся механицизмом. В результате открытий эпохи Ренессанса в области анатомии и физиологии, а главное вследствие появления классической механики, в которой детерминистическое описание исключало ссылки на цель, возникло представление о природе, оказавшееся полностью механистическим (Бор Н., 1961).

Однако позже понятие целенаправленности вновь стали использовать в своих теоретических построениях как физиологи, так и психологи. Теперь уже утверждается, что цель должна быть «центральной концепцией в любой модели поведения» (Hesenberg M., 1994). Тем не менее в связи с отсутствием у авторов адекватной теории, позволяющей изучать целевую детерминацию естественнонаучными методами, целенаправленность, присутствующая у них на уровне концептуальных схем, сразу исчезает, сменяясь реактивностью, как только дело доходит до «реальных механизмов» обеспечения активности организма и, в частности, мозга. В результате неизменно появляются эклектические представления.

По-видимому, подмена активности и целенаправленности реактивностью определялась и определяется тем, что естественнонаучные и вообще экспериментальные методы сочетаются, как правило, с каузальным объяснением поведения. Это объяснение традиционно связывается с парадигмой реактивности, в то время как парадигма активности, целенаправленности соотносится с телеологическим объяснением (Дружинин В. Н., 1993). Данная ситуация противоречия между «респектабельным» каузальным и «сомнительным» телеологическим объяснениями

остроумно описывается словами, которые любил цитировать П. К. Анохин: «Телеология — это дама, без которой ни один биолог не может жить, но стыдится появляться с ней на людях».

Заслуга П. К. Анохина состоит не в том, что он использовал понятие цели в анализе поведения, а в том, что, введя представление об акцепторе результатов действия, он устранил противоречие между каузальным и телеологическим описанием поведения. Поэтому рассмотрение поведенческого акта с позиций теории функциональных систем и как целенаправленного, и как причинного вполне правомерно (Швырков В. Б., 1978).

Проблема цели тесно связана с вопросом о специфике жизни. С виталистических позиций она решалась постулированием существования особой силы, такой как «мнема Блейлера», «руководящая сила Бернара» или «энтелехия Дриша». Так, Г. Дриш (1915) на вопрос о том, есть ли в цели нечто, объясняемое присущей только живому закономерностью, отвечал утвердительно. В качестве такой закономерности, не сводимой к явлениям неорганического мира, рассматривалась энтелехия — «элементарное начало», или «витальный фактор», жизни. Разработка представления об энтелехии способствовала критике механистических взглядов на причинность в биологии. Поэтому данное представление можно оценить, используя терминологию Ю. А. Шрейдера, как плюс-фикцию, сыгравшую положительную роль в развитии науки, наряду с такими фикциями как флогистон, «демоны» Максвелла, гравитационные, электромагнитные поля и многие другие представления, фиктивный характер которых очевиден (Клайн М., 1984).

Анализ проблем происхождения и развития жизни привел П. К. Анохина (1978) к необходимости введения новой категории: **опережающее отражение** действительности. Опережающее отражение действительности появилось с зарождением на Земле жизни и является отличительным свойством последней. Как условие, определившее возможность появления жизни, П. К. Анохин рассматривал существование «предбиологических систем». Они обладали свойствами, обеспечивавшими устойчивость против возмущающих воздействий. Примером могут служить «аллостерические системы», устойчивость которых достигается за счет ретроингибирования: торможения начальных стадий химических превращений при достижении определенной концентрации конечного продукта этих превращений.

Опережающее отражение связано с активным отношением живой материи к пространственно-временной структуре мира и состоит в опережающей, ускоренной подготовке к будущим изменениям среды. Ясно, что опережающее отражение могло появиться только постольку, поскольку в мире имелись повторяющиеся ряды событий. Так как принцип активного опережающего отражения начал действовать вместе с возникновением жизни, он представлен на всех уровнях ее организации. Поэтому речь должна идти не о смене реактивности активностью

на определенном этапе онто- или филогенеза, на определенном уровне организации тех или иных процессов, а только о том, в какой форме этот принцип представлен на данном этапе и уровне.

Рассматривая в связи со сказанным выше утверждение В. М. Бехтерева о том, что «реакция на внешнее воздействие происходит не в одних только живых организмах, но и в телах мертвой природы» (1991, с. 21), мы можем согласиться только с последней его частью. Да, тела мертвой природы реагируют, отвечают реакциями на внешние воздействия. Что же касается живого организма, то если рассматривать его не как физическое тело, а как целостный индивид, совершающий приспособительное поведение, следует признать, что он отражает мир опережающе, его активность в каждый данный момент — не ответ на прошлое событие, а подготовка, обеспечение будущего.

Итак, первое важнейшее преимущество и признак, отличающий теорию функциональных систем от других вариантов системного подхода, введение представления о результате действия в концептуальную схему. Таким образом теория функциональных систем, во-первых, включила в концептуальный аппарат системного подхода изоморфный системообразующий фактор и, во-вторых, кардинально изменила понимание детерминации поведения.

Следует отметить, что когда теория уже четко сформулирована, при ретроспективном анализе литературы могут быть обнаружены высказывания, предвосхитившие какие-либо из набора ее положений. Такова ситуация и с теорией функциональных систем. Так, Дж. Дейви еще в конце прошлого века отмечал, что «действие детерминировано не предшествующими событиями, а потребным результатом» (Dewey J., 1969, p. 100). В двадцатых годах настоящего столетия А. А. Ухтомский (1978) выдвигал представление о «подвижном функциональном органе», под которым понималось любое сочетание сил, приводящее к определенному результату. Тем не менее, обоснованную не только теоретически, но и богатейшим экспериментальным материалом, **целостную систему** представлений мы находим именно в теории функциональных систем. Ее целостность и последовательность состоит в том, что идея активности, целенаправленности не просто включается в теорию функциональных систем наряду с другими положениями, но, действительно, определяет основное содержание, теоретический и методический аппарат теории. Эта идея определяет и подходы к анализу конкретных механизмов достижения результата поведения, действующих на уровне целостного организма, и понимание организации активности отдельного нейрона (см. ниже).

Как же отвечает теория функциональных систем на вопрос о механизмах, обеспечивающих объединение элементов в систему и достижение ее результата? В чем состоят принципиальные различия рефлекторной теории и теории функциональных систем?

В качестве ключевых положений рефлекторной теории П. К. Анохин выделял 1) исключительность пускового стимула как фактора, детерминирующего действие, являющегося его причиной, 2) завершение поведенческого акта рефлекторным действием, ответом, 3) поступательный ход возбуждения по рефлекторной дуге.

Очевидно, что наличие пускового стимула не является достаточным для возникновения адекватного поведения. Оно возникает а) после обучения, т. е. при наличии соответствующего материала памяти, б) при наличии соответствуюшей мотивации и в) в соответствующей обстановке. Эти компоненты рассматривали, конечно, и другие авторы, но лишь как модуляторы или условия, при которых данный стимул вызывает данную, связанную с ним реакцию. П. К. Анохин отмечал, что при появлении определенного стимула и изменении условий животное может достигать результат поведения самыми разными способами, никогда с этим стимулом не связывавшимися. Например, оно может использовать вместо подхода к кормушке подплывание к ней, если вода вдруг становится преградой.

Согласно теории функциональных систем интеграция всех этих компонентов осуществляется в рамках специального системного механизма **афферентного синтеза**, в процессе которого на основе мотивации, при учете обстановки и прошлого опыта создаются условия для устранения избыточных степеней свободы — **принятия решения** о том что, как и когда сделать, чтобы получить полезный приспособительный результат. Принятие решения завершается формированием **акцептора результатов действия**, который представляет собой аппарат прогнозирования параметров будуших результатов: этапных и конечного и их сличения с параметрами результатов, реально полученных при реализации **программы действия**. При сличении с параметрами полученных этапных результатов выявляется соответствие хода выполнения программы запланированному (подробнее см.: Батуев А. С., 1978; А. Х. Пашина, Швырков В. Б., 1978). Указанные системные механизмы составляют **операциональную архитектонику** любой функциональной системы. Их введение в концептуальную схему функциональных систем — второй важный признак, отличающий теорию функциональных систем от других вариантов системного подхода.

Формирование в теории функциональных систем представления о том, что интеграция элементарных физиологических процессов осуществляется в рамках качественно отличных от них специфических системных процессов, имело принципиальное значение для развития психофизиологического подхода к анализу поведения и деятельности, а также системного решения психофизиологической проблемы (см. раздел 2.4). Разработка представлений о качественной специфичности процессов интеграции явилась открытием нового вида процессов в целостном организме — системных процессов, организующих частные физиологические процессы и несводимых к последним.

Открытие системных процессов позволило, в отличие от рассмотрения в качестве основы поведения материально-энергетических отношений между локальным воздействием и реакцией, трактовать поведение как обмен организованностью, или информацией между организмом и средой, осуществляемый в рамках этих информационных процессов. При этом было обосновано положение о том, что системные категории теории функциональных систем описывают одновременно и организацию активности элементов организма, и ее связь с организацией внешней среды (Швырков В. Б., 1995).

В стабильных условиях, например, лабораторного эксперимента, пусковой стимул реализует готовую **предпусковую интеграцию**, которую можно охарактеризовать как готовность функциональных систем поведения, формирующихся до его выполнения. Стабильность ситуации создает впечатление детерминированности поведения предшествующим стимулом. Однако анализ нейронной активности в поведении четко показывает, что организация последней определяется тем, какой результат достигается в данном поведении, тогда как стимул лишь «запускает», «разрешает» реализацию поведения. В тех случаях, когда один и тот же по физическим параметрам стимул «запускает» разные поведенческие акты (например, пищедобывательный или оборонительный), разными в этих актах оказываются не только характеристики активности нейронов, но даже и сам набор вовлеченных клеток, в том числе и в «специфических» по отношению к стимулу областях мозга (например, в зрительной коре при предъявлении зрительного стимула; см.: Швыркова Н. А., 1978; Александров Ю. И., 1989).

Что касается положения рефлекторной теории о завершении поведенческого акта действием, в теории функциональных систем считается, что действие, которым «классическая “дуга” завершалась... имеет только промежуточный характер» (Анохин П. К., 1973, с. 241). В качестве же заключительного этапа развертывания любого акта рассматривается сличение прогнозируемых в акцепторе результатов действия параметров с параметрами реально полученных результатов. Если параметры соответствуют прогнозируемым, то индивид реализует следующий поведенческий акт. Если нет, то в аппарате акцептора результатов действия возникает рассогласование, ведущее к перестройке интергации.

Наконец, положение о поступательном ходе возбуждения по дуге рефлекса, «по самой своей сути исключает возможность какого-либо предсказания будуших событий» (Анохин П. К., 1973, с. 236). В соответствии с этим положением, реализацию поведения обеспечивает активация последовательно включающихся в реакцию структур мозга. Сначала сенсорных структур, обрабатываюших сенсорную информацию, затем эффекторных структур, которые формируют возбуждение, активирующее железы, мышцы и т. д. Однако, в специальных экспериментах было показано, что при реализации поведенческого акта имеет место

не последовательное включение афферентных и эфферентных структур, а синхронная активация нейронов, расположенных в разных областях мозга (Александров Ю. И., Швырков В. Б., 1974). Паттерн активаций нейронов в этих структурах оказывается общим, имеет общемозговой характер. Компоненты этого паттерна — последовательные фазы активаций соответствуют последовательности развертывания описанных выше системных механизмов (Швырков В. Б., 1978, 1995). Экспериментальные результаты, подтверждающие данные о синхронности активаций нейронов в поведении, продолжают накапливаться и в последнее время (Roelfsema P. R. et al., 1997) и им придается все большее значение в понимании не только организации дефинитивного поведения, но и обучения.

Итак, вовлечение нейронов разных областей мозга в системные процессы происходит синхронно. Эти процессы — общемозговые и не могут быть локализованы в какой-либо области мозга. В различных областях мозга в поведенческих актах протекают не локальнные афферентные или эфферентные, а одни и те же общемозговые системные процессы организации активности нейронов в систему, которая является не сенсорной или моторной, а функциональной. Активность нейронов этих областей отражает не обработку сенсорной информации или процессы регуляции движений, а вовлечение нейронов в определенные фазы организации (афферентный синтез и принятие решения) и реализации системы. Активность любой структуры одновременно соответствует как определенным свойствам среды, так и характеру двигательной активности (Швырков В. Б., 1978; Судаков К. В., 1987).

Единый паттерн активаций и синхронность вовлечения нейронов разных областей мозга в обшемозговые системные процессы не означают эквипотенциальности (равнозначности) мозговых структур; вклад этих структур в обеспечение поведения зависит от специфики «проекции» на них индивидуального опыта (см. раздел 2.7).

До сих пор мы с дидактическими целями использовали понятие пускового стимула. Однако ясно, что использование этого понятия в рамках парадигмы активности ведет к эклектике. Кажущаяся его необходимость отпадает при рассмотрении поведенческого акта не изолировано, а как компонента **поведенческого континуума**, последовательности поведенческих актов, совершаемых индивидом на протяжении его жизни. При этом оказывается, что следующий акт в континууме реализуется после достижения и оценки результата предыдушего. Этот результат и рассматривается традиционно как стимул для следующего акта. Оценка результата — необходимая часть процессов организации поведения. Эти процессы, таким образом, могут быть рассмотрены как «трансформационные» или процессы перехода от одного акта поведения к другому.

Таким образом, поведение может быть охарактеризовано как континуум результатов (Анохин П. К., 1978), а поведенческий акт рассмотрен как отрезок поведенческого континуума от одного результата до другого (Швырков В. Б., 1978).

2.2. Системная детерминация активности нейронов

Как мы уже отмечали, с позиций парадигмы реактивности поведение индивида представляет собой реакцию на стимул. В основе реакции лежит проведение возбуждения по рефлекторной дуге: от рецепторов через центральные структуры к исполнительным органам. Нейрон при этом оказывается элементом, входящим в рефлекторную дугу, а его функция — обеспечением проведения возбуждения. Тогда совершенно логично рассмотреть детерминацию активности этого элемента следующим образом: «...ответ на стимул, подействовавший на некоторую часть ее (нервной клетки. — *Ю. А.*) поверхности, может распространятся дальше по клетке и действовать как стимул на другие нервные клетки...» (Бринк Ф., 1960, с. 93). Следовательно, в рамках парадигмы реактивности рассмотрение нейрона вполне методологически последовательно: нейрон, как и организм, реагирует на стимулы. В качестве стимула выступает импульсация, которую нейрон получает от других клеток, в качестве реакции — следующая за синаптическим притоком импульсация данного нейрона.

К сожалению, такая методологическая последовательность отсутствовала в рамках парадигмы активности. Как правило, анализ «нейронных механизмов» целенаправленного поведения приводил авторов к тому, что мы назвали выше «уровневой эклектикой»: представлению о том, что индивид осуществляет целенаправленное поведение, а его отдельный элемент — нейрон реагирует на приходящее к нему возбуждение — стимул. Важнейшей задачей стало устранение подобной эклектики.

Подход к нейрону как к проводнику возбуждения встречал возражения уже давно, например, со стороны Дж. Э. Когхилла, который, однако, не мог в отсутствие целостной и последовательной теории, вписывающейся в парадигму активности, дать решение адекватное сформулированной задаче. Его нейрон реагирует «на окружающую среду так же, как живой организм» (Когхилл Дж. Э., 1934, с. 56). Решающий шаг в направлении решения этой задачи был сделан П. К. Анохиным (1975), который в своей последней работе подверг аргументированной критике общепринятую, как он ее назвал, «проведенческую концепцию» нейрона и предложил вместо нее системную концепцию интегративной деятельности нейрона.

Вне зависимости от конкретных, усложняющихся с развитием науки представлений о функционировании нейрона, в традиционном рассмотрении центральной оставалась идея об электрической суммации потен-

циалов на мембране нейрона. В соответствии с ней предполагалось, что возбуждающие и тормозные постсинаптические потенциалы, возникающие на мембране постсинаптического («получающего») нейрона под действием пресинаптической импульсации за счет изменения ионных градиентов, суммируясь, действуют на генераторный пункт нейрона, продуцирующий распространяющиеся потенциалы действия — импульсы.

П. К. Анохин назвал парадоксальным перенос с нервного волокна на нейрон представления о проведении возбуждения как главной деятельности последнего. Если задача состоит лишь в том, чтобы передать возбуждение от одного нейрона к другому, то не ясно для чего между входным и выходным импульсами «вставлены» сложные промежуточные этапы: выделение медиатора, его воздействие на субсинаптическую мембрану и химические превращения в ней. «Неужели для того, чтобы, начав с электрического потенциала терминали, сформировать в конце концов тот же спайковый потенциал, весьма сходный по своим физическим параметрам с потенциалом, пришедшим по аксонной терминали?» (Анохин П. К., 1975, с. 368).

Эти этапы приобретают смысл в том случае, если принять, что процесс, обеспечивающий переход от пре- к постсинаптическим образованиям, продолжается в непрерывную цепь химических процессов **внутри** нейрона и — главное, что все межклеточные контакты служат обмену **метаболическими субстратами** между контактирующими клеточными образованиями. Переход от «проведенческой концепции» к рассмотрению нейрона как живой клетки, получающей необходимые ей для жизнедеятельности метаболиты из окружающей «микросреды», и был тем шагом, который предопределил последующую разработку проблемы в направлении ее системного решения.

Необходимость дальнейшей разработки определялась тем, что в рамках концепции интегративной деятельности нейрона последовательность событий в принципе оставалась той же, что и в парадигме реактивности. В обоих случаях процесс начинался приходом возбуждения к нейрону и заканчивался генерацией этим нейроном потенциалов действия. Разница, которую подчеркивал П. К. Анохин, состояла в том, какими процессами заполнялся интервал между действием медиатора на субсинаптическую мембрану нейрона и генерацией потенциала: химическими преобразованиями внутри нейрона в первом случае и электрической суммацией во втором.

Устранение эклектики и приведение представления о детерминации активности нейрона в соответствие с требованиям системной парадигмы было достигнуто отказом от рассмотрения активности нейронов как реакции на синаптический приток и принятием положения о том, что нейрон, как и любая живая клетка, реализует генетическую программу, нуждаясь в метаболитах, поступающих к нему от других клеток (Швырков В. Б., 1995). В связи с этим последовательность событий

в деятельности нейрона становится аналогичной той, которая характеризует активный целенаправленный организм, а его импульсация — аналогичной действию индивида.

Активность нейрона, как и поведение организма, является не реакцией, а средством изменения соотношения со средой, «действием», которое обусловливает устранение несоответствия между «потребностями» и микросредой, в частности, за счет изменений кровотока, метаболического притока от глиальных клеток, активности других нейронов. Эти изменения, если они соответствуют текущим метаболическим «потребностям» нейрона, приводят к достижению им «результата» (получение набора метаболитов, соединяющихся с его рецепторами (см. ниже)) и прекращению его импульсной активности. Таким образом, нейрон — не «кодирующий элемент», «проводник» или «сумматор», отвечающий на входные воздействия, а «организм» в организме, обеспечивающий свои «потребности» за счет метаболитов, поступающих от других элементов.

Предполагается, что несоответствие между «потребностями», определяемыми генетически, и реально поступающими метаболитами может иметь место как при генетически обусловленных изменениях метаболизма клетки, так и при несоответствии реально имеющегося притока метаболитов «потребному» в данный момент.

С позиций традиционных представлений о нейроне, отвечающем реакциями на синаптический приток, его «обычная» активность представляется «экзогенной», вызванной внешним стимулом. В той же ситуации, когда она возникает в отсутствие «входной» импульсации, говорят об «эндогенной» активности, имеющей, так сказать, «внутреннее», а не «внешнее» происхождение. Ясно, что с системных позиций эти виды активности имеют общее происхождение — они детерминированы метаболическими «потребностями» нейрона. И возникают при рассогласовании между состоянием «микросреды» нейрона и этим «потребностям», что может иметь место как при появлении несоответствующего притока (в том числе и в ситуации эксперимента, например, при электрической стимуляции пресинаптических элементов), так и в остутствие синаптического притока к нейрону, когда он необходим.

Еще в 90-х годах XIX века М. Ферворн рассматривал отдельную клетку многоклеточных «как... элементарный организм» (1897, с. 540), а несколько позже и Ч. Шеррингтон высказал соображения, близкие к представлению о нейроне как об «организме», имеющем и удовлетворяющем свои «потребности»: «нервные клетки, как все другие клетки, ведут индивидуальное существование, — писал он, — они дышат, они ассимилируют, они расходуют свои собственные запасы энергии, они воссоздают утраченные части собственного тела; короче говоря, каждая клетка является **самостоятельной живой единицей**, осуществляющей более или менее совершенно регуляцию трофических процессов протекающих в ней» (1969, с. 29–30; выделено мной. — *Ю. А.*).

Эти кажущиеся очевидными утверждения долгое время сосуществовали с представлением о нейроне как об электрическом устройстве (или «микросхеме» — см. ниже), передающем сигнал, возбуждение, информацию и т. п. по дуге, цепи и т. п. Нейроны, активирующиеся в отсутствие «входных воздействий», должны были бы, кажется, несколько мешать этому мирному сосуществованию. Но в конце концов при построении концептуальных схем разного рода «нейронных механизмов» (движения, восприятия, научения и т. д.) можно было производить некоторые модификации «защитного пояса» (Лакатос И., 1995) рефлекторной теории или, проще, забывать об эндогенной активности нейронов, что и делалось многими авторами. «Забывание» это осуществляется настолько эффективно, что в последнее время приходится применять специальные меры, чтобы скорректировать содержание программ изучения нейробиологии. Отмечается, что у студентов формируется неадекватное понимание нейрона как «микросхемы, которая перерабатывает поступающую информацию и пересылает ее дальше, чтобы повлиять на другие микросхемы, с которыми она соединена». Реальности же соответствует следующее положение: «многие, если не все, нейроны часто продуцируют *эндогенную* активность, а не просто отвечают на команды» (Milburn N., 1990, p. 508; выделено автором). В рамках представления о системной детерминации активности нейронов эндогенная их активность оказывается совершенно ординарным и предсказываемым, а не «мешающим» и отклоняющимся от удобных схем феноменом (см. выше).

Следует подчеркнуть, что для последовательно системного понимания детерминации активности нейрона существенны оба компонента: признание направленности активности нейрона в будущее и ее обусловленности метаболическими «потребностями» нейрона. То, что только первого из них недостаточно, видно на примере интересной концепции гедонистического нейрона, разработанной А. Г. Клопфом (Klopf A. H., 1982). Утверждая, что целенаправленный мозг состоит из целенаправленных нейронов, А. Г. Клопф отвечает на вопрос «В чем нейроны нуждаются и как они это получают?» в соответствии со следующей логикой. Аристотель рассматривал получение удовольствия как главную цель поведения. Следовательно, организм гедонистичен. Нейрон есть организм, полагает А. Г. Клопф, следовательно, нейрон гедонистичен. «Удовольствие» для нейрона — возбуждение, а «неудовольствие» — торможение. Активация нейрона — «действие», обеспечивающее получение им возбуждения. Нейрон является гетеростатом, т. е. системой, направленной на максимизацию «удовольствия», т. е. возбуждения.

Таким образом, отсутствие второго из двух необходимых компонентов ведет к необходимости предположения наличия у нейрона довольно странных и экзотически аргументированных «потребностей», особенно, если принять во внимание популярную концепцию «токсического перевозбуждения» (excitotoxic), в рамках которой сильное возбуждение нейронов рассматривается как причина их гибели.

В то же время, наиболее часто у авторов отсутствует первый из компонентов, что при анализе нейронного обеспечения поведения ведет к рассмотрению сложных метаболических превращений внутри нейрона, главным образом, как фактора, обеспечивающего проведение возбуждения и пластичность (модификацию проведения при разных видах научения). При этом сложнейшие механизмы изменения «белкового фенотипа» оказываются направленными, например, на изменение чувствительности постсинаптической мембраны к пресинаптическому возбуждению.

Охарактеризуем очень кратко некоторые существенные «потребности» нейрона. Они определяются необходимостью синтеза новых молекул, в т. ч. белков, расходуемых в процессе жизнедеятельности («типичная» белковая молекула разрушается в среднем через два дня после того, как она была синтезирована (Албертс Б. и др., 1986), или обеспечивающих структурные перестройки нейрона, имеющие место при научении. В том случае, если в клетке нет соответствующей информационной РНК, направляющей синтез белка в цитоплазме, экспрессируются (становятся активными, «выраженными») гены, среди которых выделяют гены «домашнего хозяйства» (универсальные «потребности» клеток), гены «роскоши» (специфические «потребности» клетки) или «ранние» и «поздние» гены, экспрессируемые на последовательных стадиях формирования памяти, и т. д. Как предполагается, именно усложнение процессов регуляции экспрессии генов, а не их числа определяет эволюционное усложнение живых систем (Албертс Б. и др., 1986; Анохин К. В., 1996).

Различие в экспрессии, а не потеря или приобретение генов, определяют различие специализации клеток организма. Особенно велики эти различия для клеток мозга, в которых экспрессируются десятки тысяч уникальных для мозга генов. Считается, что метаболическая гетерогенность нейронов, обусловленная генетически и зависящая от условий индивидуального развития, т. е. являющаяся результатом взаимодействия фило- и онтогенетической памяти, лежит в основе разнообразия функциональной специализации нейронов, определяет специфику их участия в обеспечении поведения (Пигарева З. Д., 1979; Шерстнев В. В. и др., 1987; Александров Ю. И., 1989; Швырков В. Б., 1995).

Роль большинства химических соединений, поступающих в «микросреду» клетки, сводится к изменению свойств и скорости синтеза имевшихся в ней белков или к инициации синтеза новых белков. Гидрофобные молекулы (например, стероидные или тиреоидные гормоны) могут проникать внутрь нейрона и соединяться там с рецепторами. Рецепторы — это, главным образом, белковые структуры, роль которых состоит в «узнавании» соответствующих молекул и обеспечении последующего развертывания тех или иных метаболических процессов. Но как влияют на метаболизм нейрона нейромедиаторы, выделяе-

мые из терминалей контактирующих с ним нейронов и являющиеся гидрофильными молекулами, не проникающими в клетку и сразу разрушающимися после действия на мембрану данного нейрона? Отправной точкой этого действия является соединение медиатора с рецептором постсинаптической мембраны. Соединяясь со «своим» рецептором, медиатор не только изменяет проницаемость ионных каналов, но и оказывает влияние на внутриклеточные процессы, выступая в качестве индукторов внутриклеточного синтеза (см., например, Третьяк Т. М., Архипова Л. В., 1992).

Нейрон может обеспечить «потребности» своего метаболизма только объединяясь с другими клетками организма в функциональную систему. Их взаимосодействие, совместная активность обеспечивает достижение результата, нового соотношения целостного индивида и среды. «Изнутри», на уровне отдельных нейронов достижение результата выступает как удовлетворение метаболических «потребностей» и прекращает их активность.

В рамках традиционного подхода к пониманию межнейронных отношений закономерно возникал вопрос, четко сформулированный Э. Кенделом: «Почему имеются разные нейротрансмиттеры, если лишь одного достаточно для того, чтобы опосредовать передачу всех электрических сигналов?» (см.: Сахаров Д. А., 1990). С позиций представлений о системной детерминации активности нейронов медиатор больше не рассматривается как стимул, действующий на нейрон (или отдельный его локус), а нейрон как передатчик электрических сигналов. Медиаторы являются метаболитами, обеспечивающим удовлетворение «потребностей» клетки. Многообразие и сложность этих потребностей таково, что разнообразие медиаторов само по себе не кажется удивительным. Проблема же «множественности нейротрансмиттеров» (Сахаров Д. А., 1990) превращается при этом в проблему определения специфики метаболических паттернов, связанных с обеспечением тех или иных «потребностей», модификации паттернов при формировании специализации нейронов в процессе системогенеза (см. ниже) и т. д.

Системный подход к пониманию активности нейронов заставил применить для ее анализа вместо традиционных «постстимульных» гистограмм, выявляющих закономерные изменения активности нейрона после предъявления стимула, «предрезультатные» гистограммы, которые позволяют обнаружить нейроны, импульсная активность которых закономерно увеличивается при реализации поведения, направленного на получение конкретных результатов, и прекращается при их достижении.

Итак, поскольку системная психофизиология отвергает парадигму реактивности, основывая свои положения на представлении об опережающем отражении, о направленной в будущее активности не только индивида, но и отдельных нейронов, постольку она обеспечивает для

психологии, оперирующей понятиями активности и целенаправленности, возможность избавиться от эклектических представлений, часто появляющихся при использовании материала нейронаук.

2.3. Индивид и среда

Рассмотрение соотношения индивида и среды с позиций теории функциональных систем уже давно привело к заключению о том, что поведенческий континуум целиком занят процессами организации и реализации функциональных систем; специального временного интервала для процессов обработки сенсорной информации не обнаруживается (Швырков В. Б., Александров Ю. И., 1973). Представление о том, что индивид не реагирует на стимулы, кодируя и декодируя информацию об их свойствах, а реализует активность, направленную в будущее, т. е. опережающее отражение, связанное с формированием внутренней субъективной модели будущего события — результата, с необходимостью требует признания отражения субъективным.

На начальных этапах формирования системной психофизиологии казалось обоснованным представление о том, что коротколатентные активации некоторых нейронов могут быть сопоставлены с кодированием физических параметров стимула для последующего сличения с имеющейся в памяти моделью (Александров Ю. И., 1971). Однако скоро стало ясно, что даже самые ранние активации нейронов в поведенческом акте — не кодирование, а уже результат сличения с субъективными моделями, сформированными в рамках предыдущего акта континуума (Швырков В. Б., Александров Ю. И., 1973; Швырков В. Б., 1978).

Сказанное находится в соответствии с положением о «пристрастности» отражения среды, о зависимости последнего от мотивов и целей поведения и имеющегося у индивида опыта. Это свойство психического отражения обозначается как **субъективность** и предполагает несводимость описания отражения к языку сенсорных модальностей, выражающих в «сенсорном коде» физические параметры объектов (Леонтьев А. Н., 1975; Ломов Б. Ф., 1984 и др.).

В четкой форме опережающий характер отражения представлен в когнитивной психологии концепцией У. Найссера (1981), который считает, что образы — не «картинки в голове», появляющиеся после действия сенсорных стимулов, а «предвосхищения будущего». Автор подчеркивает, что предвосхищение не обязательно является реалистическим.

Действительно, мы можем рассмотреть опыт индивида как состоящий из прошедших (а может быть также и некоторых не прошедших (см., например, Smyth M. M. et al., 1987)) тестирование актов-гипотез, включающих параметры планируемых результатов, пути их достижения и т. д. Можно полагать, что отбор из ряда актов «удачного», попадающего в видовую память (Швырков В. Б., 1995), определяется наибольшим

соответствием гипотезы реальным свойствам и закономерностям среды. В то же время возможность достижения конкретным индивидом в тех или иных поведенческих актах требуемого соотношения организма и среды, т. е. результата, не означает, что выдвигаемые индивидом удачные гипотезы целиком базируется на упомянутых свойствах и закономерностях.

Говоря о тестировании гипотез, уместно отметить, что оно может происходить как во внутреннем, так и во внешнем плане. Описание соотношения организма со средой в новой ситуации именно как процесса, включающего выдвижение и селекцию гипотез, было в яркой форме представлено К. Поппером (Popper K. R., Eccles J. C., 1977). Д. Деннетт (Dennett D., 1995), рассматривая гипотетическое существо, которое он называет скиннеровским, осуществляющим отбор одного удачного акта из ряда путем осуществления последовательных проб «вслепую», отмечает, что каждая из таких проб может привести к гибели существа. Автор справедливо считает более эффективным способом формирования нового опыта соотношения организма со средой предварительную, «внутреннюю» селекцию актов. Именно способность совершения проб и ошибок «в уме», без реализации их во внешнем поведении, рассматривалось Л. В. Крушинским (1986) в качестве показателя развития поведения в филогенезе. В области практической деятельности человека (спортивной, музыкальной и т. д.) реальность этой стадии формирования опыта уже давно была осознана. Анализ процесса освоения нового музыкального произведения или обучения новому акробатическому элементу приводит, соответственно, к следующим заключениям. «...Каждый пассаж должен быть вполне готов психически, прежде чем он будет испробован на рояле» (Гофман И., 1911); «...чем лучше... занимающийся представит изучаемое движение, тем быстрее будет происходить процесс обучения» (Игнашенко А. М., 1951).

«Внутренняя» селекция делает возможной ситуацию, в которой, по словам К. Поппера, вместо нас гибнут наши гипотезы. Существо, которое производит внутреннюю селекцию (использующую, кстати, не точные копии, а лишь субъективные модели среды), Деннетт называет попперовским. Причем отмечает, что производить предварительную селекцию умеют не только люди. С позиций представления об опережающем отражении действительности как отличительном свойстве жизни, предполагающем построение моделей будущих событий (см. выше), логично полагать, что это «умение» есть у всех индивидов, совершающих целенаправленные поведенческие акты.

Можно думать, что выдвижение акта-гипотезы (пробная организация совместной активности новой совокупности нейронов) и его тестирование во внутреннем плане (т. е. проверка гипотезы на соответствие структуре опыта индивида) разделяются временным интервалом. Величина интервала, видимо, зависит от многих обстоятельств и является варьирующей. В результате тестирования фиксируется новая интеграция,

т. е. происходит изменение структуры индивидуального опыта. В литературе имеются данные, которые свидетельствуют в пользу возможности подобной фиксации. В экспериментах с регистрацией активности нейронов у обезьян, решающих пространственную проблему, показано, что характеристики активности нейронов существенно изменяются на этапе «консолидации» (реализация успешных актов в соответствии с найденным решением) по сравнению с этапом поиска решения (Procyk E. et al., 1998). Авторы специально подчеркивают, что подобные изменения характеристик активности нейронов имеют место и в тех ситуациях, когда животное нашло правильное решение, но еще ни разу не проверило его реализацией внешнего поведения, завершающегося пищевым подкреплением. Таким образом, можно считать, что фиксация новой интеграции не обязательно требует достижения результата внешнего поведения. Но это, однако, не означает, что нарушается одно из основных положений теории функциональных систем: о результате как системообразующем факторе. В качестве системообразующеого фактора в этом случае выступает результат тестирования гипотезы во внутреннем плане.

Нет оснований думать, что консолидация памяти, лежащая в основе описанной фиксации интгерации, происходит одномоментно. Тогда возникает вопрос, отличаются ли стадии консолидации памяти в этом случае и, если отличаются, то как, от подробно описанных в литературе на психологическом, поведенческом, нейрофизиологическом и молекулярно-биологическом уровне стадий консолидации памяти, сопровождающих реализацию внешнего поведения (Роуз С., 1995; К. В. Анохин 1996, 1997; Bailey C. H., Kandel E. R., 1993 и др.; см. также раздел 2.5)? Получение ответа на этот вопрос важно для разработки проблем обучения и памяти на всех упомянутых уровнях.

В части случаев вновь сформированная интеграция как таковая не предполагает реализацию специального поведения для своего тестирования во внешнем плане. Такие зафиксированные интеграции входят, по-видимому, в состав той части опыта, характеристики которой сопоставимы с таковыми «семантической памяти» (Tulving E., 1985). В других случаях прошедший внутреннее тестирование акт-гипотеза формируется для того, чтобы совершить то или иное конкретное внешнее поведение (внешнее тестирование). Здесь после внутреннего тестирования могут иметь место минимум два исхода: такое поведение будет реализовано или нет. В первом случае, как и в ситуации с внутренним тестированием, временной интервал между последним и внешним тестированием может очень сильно варьировать, причем очень сильно: от миллисекунд до лет. Можно предположить, что характер процессов консолидации памяти должен существенно зависеть от величины этого интервала и что если консолидация после внутреннего тестирования уже завершилась, ее тестирование во внешнем плане, возможно, сопоставимо (хотя не идентично) с теми изменениями, которые имеют место при реконсолидации

вследствие реактивации памяти (Przybyslawski J., Sara S. J., 1997). По-видимому, результирующая структура опыта, состояние его нейронного и молекулярно-биологического обеспечения будут разными в зависимости от того, произошло ли внешнее тестирование и, если да, то с какой задержкой после внутреннего.

В экологической психологии убедительные аргументы против того, что среда состоит из стимулов и отображается как «картинка», рассматриваемая гомункулюсом, приведены Дж. Гибсоном (1988). Им разработана стройная теория, которая, как справедливо замечает А. Д. Логвиненко (см.: Гибсон Дж., 1988, с. 17), в руководствах либо игнорируется, либо искажается до неузнаваемости в связи с невозможностью ее ассимилировать, оставаясь в рамках традиционной парадигмы. И это не удивительно, так как принципиальными положениями этой теории является отрицание не только схемы «стимул—реакция», но и самого понятия стимул. Автор отвергает также идею о необходимости обработки и передачи сенсорной информации — ее некому принимать. Ниже мы еще вернемся к теории Дж. Гибсона.

Более 30 лет назад Дж. Леттвин и др. (1963), изучив связь активности нейронов сетчатки лягушки с поведением, сформулировали в очень яркой форме свое представление о том, что выделяет организм в среде: «лягушки интересуются жуками и мухами, в то время как границы и углы интересуют только ученых». Еще раньше в гештальтпсихологии, характеризуемой Л. Берталанфи как исторический предшественник системного подхода (см.: Чуприкова Н. И., 1997), были обоснованы положения о том, что среда должна определяться не физически, а психобиологически (Левин К., 1980), и что целостное восприятие не составляется из отдельных элементарных «кусков» (Вертгеймер М., 1980). «Куски», физические характеристики, в соответствии с которыми ранжируются стимулы и связь с которыми устанавливается при анализе активности нейронов или отчетов испытуемых, появляются в результате специального поведения, направленного на выделение этих характеристик: классификация, сравнение объектов, например, в науке, искусстве и т. п. Следует согласиться с Дж. Гибсоном (1988) в том, что объект не складывается из качеств, но мы можем выделить их, если это надо для целей эксперимента. На что же мы дробим среду, что выделяем в ней, если не упомянутые физические характеристики?

С позиций парадигмы активности с давних пор представлялось очевидным, что из среды активно «отбирается» индивидом то, что может быть использовано для достижения цели (Dewey J., 1969), причем число объектов, которые может различить индивид, равно числу функций, которые он может реализовать (J. von Uexkull, 1957). Анализ среды как обеспечивающей активность индивида в ней, дан в теории affordance (Гибсон Дж., 1988). Неологизм affordance (эффорданс) — существительное, образованное Дж. Гибсоном от глагола afford — предоставлять, разрешать. **Эффордансы** — это то, что окружающий мир предоставляет индивиду, чем он его обеспечивает для совершения того или иного поведения. Эффордансы нельзя предъявить индивиду, так как они не являются стимулами. Можно лишь обеспечить их наличие. Автор считает, что индивид соотносится не с миром, описываемым в физических терминах, а с экологическим миром. Он понимает экологическую нишу вида как набор эффордансов. Понятие эффорданс подразумевает взаимодополнительность мира и индивида. Дж. Гибсон понимает под ним «нечто, относящееся одновременно и к окружающему миру, и к животному таким образом, который не передается ни одним из существующих терминов» (Гибсон Дж., 1988, с. 188).

Как мы указывали выше, основным понятием в теории функциональных систем является результат, под которым понимается соотношение организма и среды и который, следовательно, так же как эффорданс, относится одновременно к окружающему миру и к индивиду. Однако, в отличие от эффорданса, результат, как и валентность у К. Левина (1980), включает субъективный компонент, от которого отказывается Дж. Гибсон, постулируя независимость эффордансов от потребностей и опыта наблюдателя. Поэтому для ответа на вопрос о том, как дробит среду индивид, как она представлена в его субъективном мире мы должны дополнить экологический мир субъективным компонентом, т. е. подчеркнуть аспект использования эффордансов индивидом.

При этом оказывается, что среда дробится тем или иным образом в соответствии с опытом совершения индивидом тех или иных поведенческих актов на протяжении его индивидуального развития и в соответствии с его потребностями. Индивид отражает не внешний мир как таковой, а историю своих соотношений с миром. Описание среды индивидом основано на оценках его соотношения с объектами-целями поведенческих актов, т. е. на оценках результатов. Образно говоря, можно рассматривать жизнь индивида как «ассимиляцию» экологического мира, превращающую для индивида экологический мир в мир результатов.

В этой части излагаемая здесь система представлений довольно близко примыкает к концепции У. Матурана (1996), который считает, что мнение об организме, имеющем входы и выходы, и о нервной системе, кодирующей информацию об окружающей среде, не выдерживает критики. Автор справедливо утверждает, что состояния активности репрезентируют отношения (между организмом и средой), а не является описанием окружающей среды. Это описание может быть дано исключительно в терминах, содержащихся в «когнитивной области наблюдателя», в терминах поведения организма.

Убедительные примеры того, как субъективность отражения проявляется в организации активности мозга, можно получить при анализе зависимости от целей поведения активности нейронов «сенсорных»

структур, которую принято считать детерминированной модально-специфической стимуляцией.

Одним из способов изучения процессов обработки сенсорной информации является тестирование рецептивного поля нейрона, под которым понимается участок рецептивной поверхности, занимаемый совокупностью рецепторов, при стимуляции которых изменяется активность определенного нервного элемента. С точки зрения теории функциональных систем связь активности нейрона со стимуляцией данной рецептивной поверхности показывает, что одним из условий, при котором данный нейрон вовлекается в достижение результата поведения, является контакт объектов среды с этой поверхностью (Швырков В. Б., 1978; Александров Ю. И., 1989).

В экспериментах многих авторов показано, что при изменении поведения, реализуемого животным, рецептивное поле нейрона может изменяться по свойствам или даже «исчезать» (см.: Александров Ю. И., 1989). Так, при сравнении активности одного и того же нейрона сенсорных областей коры мозга в разных поведенческих актах обнаруживается, что активация данного нейрона (повышение частоты его импульсной активности) может возникать при контакте объектов среды с соответствующей рецептивной поверхностью в одном поведении, но не в другом. Следовательно, характеристики активности и набор вовлеченных нейронов сенсорных структур зависят от цели поведения, изменяясь при изменении цели даже в условиях постоянства «специфической стимуляции».

Зависит ли от цели поведения активность периферических сенсорных элементов — рецепторов? Традиционная точка зрения о ригидной периферии и пластичном центре предполагает отрицательный ответ на этот вопрос. В то же время понимание того, что организация процессов в функциональной системе детерминирована результатом и что система является не центральным, а общеорганизменным образованием, а также данные и представления об эфферентных влияниях на периферию (см.: Александров Ю. И., 1989) предполагает наличие такой зависимости. Это предположение было подтверждено в экспериментах с регистрацией активности механорецептивных волокон лучевого нерва человека (Alexandrov Yu. I., Jarvilehto T., 1993). Оказалось, что при одинаковом давлении плексигласового зонда на участок кожи руки в области рецептивного поля данного механорецептора характеристики активности последнего зависят от цели поведения испытуемого. Зависящие от цели изменения характеристик активности рецепторов при постоянстве физических свойств среды определяются упомянутыми выше **эфферентными влияниями**. Эти влияния оказываются через эфферентные волокна — аксоны нейронов центральной нервной системы, направляющиеся к исполнительным органам и периферическим сенсорным аппаратам.

Если мы утверждаем, что активность любой клетки, в том числе и нейрона сенсорной структуры, «целенаправленна» и не детерминирована специфическим «сенсорным входом», следует ожидать, что она будет возникать при достижении соответствующего результата и в условиях искусственной блокады данного входа. Действительно, обнаружено, что для возникновения у нейронов зрительной коры и ганглиозных клеток сетчатки активаций, приуроченных ко всем этапам реализуемого, поведения не необходим контакт со «зрительной средой» (контакт устранялся закрыванием глаз животного с помощью светонепроницаемых колпачков; подробно см.: Александров Ю. И., 1989). Эти результаты можно рассматривать, с нашей точки зрения, как сильный аргумент в пользу представления о «целенаправленности» активности нейронов.

Связь активности ганглиозных клеток сетчатки с поведением при закрытых глазах обусловлена уже упоминавшимися эфферентными влияниями. Еще в начале века Р. Кахаль высказал предположение о том, что эфферентные влияния регулируют возбудимость рецепторов, и связал их функцию с механизмами внимания. В 40-е годы в нашей стране П. Г. Снякиным (1971) была разработана концепция функциональной мобильности рецепторов, в соответствии с которой изменение их чувствительности, обусловленное эфферентной активностью, рассматривалось как механизм настройки анализаторов на восприятие модально специфических стимулов. Вместе с тем данные о появлении активаций ганглиозных клеток сетчатки и других периферических сенсорных элементов в отсутствие стимулов специфической модальности позволяют считать, что роль эфферентных влияний не может быть сведена к модуляции ответов периферических сенсорных элементов на специфическую стимуляцию. В рамках теории функциональных систем развито представление (Александров Ю. И., 1989) о том, что эфферентные влияния отражают процесс согласования активности периферических и центральных элементов. Этот процесс необходим потому, что только их совместная активность (взаимосодействие) как в условиях контакта со средой специфической модальности, так и вне его может обеспечить достижение результата, а, следовательно, и удовлетворить метаболические «потребности» клеток обеих групп.

2.4. Решение психофизиологической проблемы и задачи системной психофизиологии

В настоящем разделе мы ответим на следующие вопросы. Как зависит понимание задач психофизиологии от методологических установок? Существует ли специфическая задача психофизиологии в общей проблематике психологии? Если да, то в чем она состоит, в рамках какой методологии может быть сформулирована и каково значение ее решения для психологии?

С позиций бихевиоризма можно полагать, что «рассмотрение проблемы дух—тело не затрагивает ни тип выбираемой проблемы, ни формули-

ровку решения этой проблемы» (Уотсон Дж. Б., 1980, с. 25). Мы считаем, что именно от решения этой проблемы зависит понятийный аппарат исследования, его задачи и методы. Поэтому ответы на поставленные вопросы мы дадим в контексте решения **психофизиологической проблемы.**

Традиционные психофизиологические исследования проводятся, как правило, с позиций **«коррелятивной (сопоставляющей) психофизиологии»**. В этих исследованиях психические явления напрямую сопоставляются с локализуемыми элементарными физиологическими явлениями. Задачей подобных исследований, формулируемой, как правило, в терминах парадигмы реактивности, является разработка представлений о физиологических механизмах психических процессов и состояний. В рамках подобных представлений «психические процессы» описываются в терминах возбуждения и торможения мозговых структур, свойств рецептивных полей нейронов сенсорных структур и т. п. Решение задач коррелятивной психофизиологии не требует какой-либо специальной методологии, которая могла бы, по выражению П. К. Анохина, стать «концептуальным мостом» между психологией и физиологией. Если психолог при изучении восприятия сложных зрительных паттернов регистрирует какой-либо электрофизиологический показатель или нейрофизиолог при обсуждении свойств активности нейронов сенсорных структур использует термины «восприятие», «образ» и т. п., их работы могут рассматриваться как психофизиологические с позиций коррелятивной психофизиологии. Коррелятивная психофизиология неоднократно подвергалась аргументированной критике как со стороны психологов, так и со стороны психофизиологов (Гиппенрейтер Ю. Б., 1988; Швырков В. Б., 1989, 1995; Александров Ю. И., 1995 и др.).

Принципиальным недостатком коррелятивной психофизиологии является прямое сопоставление психического и физиологического, что с точки зрения психологии малопродуктивно (Шадриков В. Д., 1982; Рубинштейн С. Л., 1989; Ярошевский М. Г., 1996) и неизменно приводит к рассмотрению психологических и физиологических процессов как тождественных, параллельно протекающих (при этом психика оказывается эпифеноменом) или взаимодействующих (при этом допускается действие нематериальной психики на материю мозга). Названные варианты решения психофизиологической проблемы существуют уже столетия, меняются лишь термины в рамках все тех же альтернатив (Леонтьев А. Н., 1975). Так, например, дуализм Декарта, предполагающий воздействие психики на мозг через эпифиз, сменяется «триализмом» у К. Поппера и Дж. Экклса (Popper K. R., Eccles J. C., 1977). Они выделяют три мира: Мир I — физических объектов и состояний (включающий неорганические и биологические структуры, в т. ч. мозг), Мир II — состояний психического (включаюший субъективные знания, мышление, эмоции и т. д.), Мир III — знаний в объективном смысле (включающий знания, зафиксированные на материальных носителях и теоретические системы). Мир I взаимодействует с Миром II, а Мир II с Миром III. Воздействие психики на мозг осуществляется в области синапсов.

Пытаясь избежать методологические проблемы подобного рода, Г. Спенсер (1897) и В. М. Бехтерев (1991) утверждали, что субъективное и объективное являются характеристиками единого процесса (у Бехтерева — нейропсихического). Что же это за процесс? Возможность рассмотрения в качестве такового рефлекторного процесса как обеспечивающего поведение, специфический язык которого может служить для перевода с психологического на физиологический язык, и наоборот (см.: Ярошевский М. Г., 1996), отпадает, что следует из логики самой рефлекторной теории. В соответствии с ней несопоставимость «рефлекторного механизма, составляющего фундамент центральной нервной деятельности», и «психологических понятий» аргументируется пространственной локализацией первых и непространственным характером вторых (Павлов И. П., 1949, с. 385).

Как отмечает П. С. Чарчленд (Churchland P. S., 1986), психологи и философы в качестве основного препятствия на пути к синтезу психологического и физиологического знания рассматривают эмерджентность психического, т. е. появление на уровне психического таких специфических качеств, которыми не обладает физиологическое. Системное решение психофизиологической проблемы, данное В. Б. Швырковым (1978, 1995), превращает эмерджентность, которая была пропастью, разделяющей психологию и нейронауки, в «концептуальный мост», объединяющий эти дисциплины и формирующий новое направление исследований — **системная психофизиология**. В качестве «концептуального моста», соединяющего психологию и нейронауки, в системной психофизиологии использовано развитое в рамках теории функциональных систем представление о качественной специфичности, эмерджентности системных процессов, в которых для достижения результатов поведения организуются частные, локальные физиологические процессы, но которые несводимы к последним. С этих позиций, заменив рефлекторные механизмы поведения на системные, можно принять приведенное выше положение о существовании специфического языка, связывающего психологию и нейронауки и относящегося к поведенческому уровню организации жизнедеятельности (Ярошевский М. Г., 1996).

Суть системного решения психофизиологической проблемы заключена в следующем. Психические процессы, характеризующие организм и поведенческий акт как целое, и нейрофизиологические процессы, протекающие на уровне отдельных элементов, сопоставимы только через информационные системные процессы, т. е. процессы организации элементарных механизмов в функциональную систему. Иначе говоря, психические явления могут быть сопоставлены не с самими локализуемыми элементарными физиологическими явлениями, а только с процессами их организации. При этом психологическое

и физиологическое описание поведения и деятельности оказываются частными описаниями одних и тех же системных процессов.

Психика в рамках этого представления рассматривается как субъективное отражение объективного соотношения организма со средой, а ее структура — как «система взаимосвязанных функциональных систем». Изучение этой структуры есть изучение субъективного, психического отражения. Поскольку, исходя из сказанного, можно полагать, что психическое появляется в индивидуальном развитии вместе с функциональными системами, соотносящими организм со средой, постольку эти представления согласуются с гипотезой о том, что психика индивида зарождается еще в пренатальном (внутриутробном) периоде (Брушлинский А. В., 1977).

Приведенное решение психофизиологической проблемы избегает 1) отождествления психического и физиологического, поскольку психическое появляется только при организации физиологических процессов в систему; 2) параллелизма, поскольку системные процессы — есть процессы организации именно элементарных физиологических процессов; 3) взаимодействия, поскольку психическое и физиологическое — лишь аспекты рассмотрения единых системных процессов.

В последнее время предлагается решать психофизиологическую проблему с привлечением концепции информации следующим образом. Физическое (мозговые процессы) и психическое рассматриваются как два базовых аспекта единого информационного состояния, или, по крайней мере, «некоторого информационного состояния» (Chalmers D. J., 1995). Однако сразу возникает закономерный вопрос: какой именно информационный процесс обладает таким свойством? И этот вопрос оценивается как не менее трудный, чем сама исходная проблема (Crick F., Koch C., 1995). Содержание настоящего раздела позволяет дать на него определенный ответ.

Использование приведенного решения психофизиологической проблемы в системной психофизиологии в качестве одного из важнейших компонентов методологии позволяет избежать редукционизма и эклектики — частых следствий психофизиологических корреляций (Анохин П. К., 1980; Зинченко В. П., Моргунов Е. Б., 1994), т. е. избежать тех именно ошибок, от которых избавляет использование методологически последовательного системного подхода (Брушлинский А. В., 1990). При этом системный язык оказывается пригодным для описания субъективного отражения в поведении и деятельности с использованием объективных методов исследования. Этот подход позволяет объединить психологические и естественнонаучные стратегии исследования в рамках единой методологии системной психофизиологии. **Специфические задачи** последней состоят в изучении закономерностей формирования и реализации систем, их таксономии, динамики межсистемных отношений в поведении и деятельности. **Значение** системной психофизиологии **для психологии** состоит в том, что ее теоретический и методический аппарат позволяет избавить последнюю от эклектики при использовании материала нейронаук (см. выше) и описать структуру и динамику субъективного мира на основе объективных показателей, в том числе электро-, нейрофизиологических и т. п.

Аппарат системной психофизиологии может быть также применен для системного описания состояний субъективного мира, соответствующих тем или иным понятиям не только научной, но и обыденной психологии (Александров Ю. И., 1997), которые отражают важные в практическом отношении характеристики поведения человека, такие как, например, «сомнение», «уверенность», «ненависть», «внимание» и мн. др. Поскольку настроения, самооценка, поступки людей «определяются объективными законами субъективной реальности», постольку представляется очевидным, что изучение этих закономерностей в системной психофизиологии может быть чрезвычайно эффективным (Швырков В. Б., 1989).

В философии науки утверждается полезность сосуществования альтернативных теорий, способствующего их взаимной критике и ускоряющего развитие науки (Фейрабенд П., 1986). Хорошим примером справедливости этого утверждения являются коррелятивная и системная психофизиология. Несмотря на различие их задач и методологии, они взаимосодействуют, являясь участниками общего процесса коэволюции психологии и нейронаук. В частности, выявление сходных положений при сравнении своих теоретических построений с формулируемыми в рамках другого направления и анализ причин подобного совпадения очень полезен для исследователя, так как способствует сохранению целостности и последовательности развиваемых им представлений.

Конечно, взаимно используется и экспериментальный материал. Следует учесть, однако, что в случае, когда исследователь, получивший материал, проинтерпретировал его в полном соответствии с методологическими требованиями своего направления, то представитель другого направления, также желающий оставаться последовательным, должен использовать для заимствования процедуру «межпарадигмального перевода». Это объясняется тем, что факты, которыми оперируют ученые, есть эмпирические явления, проинтерпретированные в терминах той или иной теории. Поэтому в рамках разных парадигм одно и то же явление превращается в разные факты (Черняк В. С., 1986).

2.5. Системогенез

В предыдущем разделе при формулировке задач системной психофизиологии не случайно на первое место поставлена задача изучения формирования систем. Именно история формирования поведения и деятельности определяет закономерности их реализации.

Идея развития, наряду с идеей системности, относится к основным идеям, лежащим в истоках теории функциональных систем. Обе они были воплощены в концепции **системогенеза**, развитой с привлечением огромного экспериментального материала, накопленного при исследовании взаимосвязи процессов формирования нервной системы и поведения. В этих исследования обнаружено, что в процессе раннего онтогенеза избирательно и ускоренно созревают именно те элементы организма, имеющие самую разную локализацию, которые необходимы для достижения результатов систем, обеспечивающих выживание организма на самом раннем этапе индивидуального развития (Анохин П. К., 1975).

В отличие от концепции органогенеза, постулирующей поэтапное развитие отдельных морфологических органов, выполняющих соответствующие локальные «частные» функции, концепция системогенеза утверждает, что гетерохронии в закладках и темпах развития связаны с необходимостью формирования не сенсорных или моторных, активационных или мотивационных, а «общеорганизменных» целостных функциональных систем, которые, как мы уже говорили, требуют вовлечения множества разных элементов из самых разных органов и тканей. Образно говоря, если концепция органогенеза предполагает, что развитие — это поэтапное строительство дома (фундамент, стены, крыша и т. д.), то концепция системогенеза утверждает, что в отличие от этого дома, живой «домик», хотя и усложняется, модифицируется в процессе онтогенеза, но на каждом этапе он — целый и имеет все те части, которые позволяют использовать его в качестве «дома», все более и более обустроенного.

Системогенетический анализ процессов развития позволил П. К. Анохину сформулировать следующие принципы, раскрывающие системный характер морфогенетических процессов. 1) Принцип гетерохронной закладки компонентов функциональной системы. За счет **внутрисистемиой гетерохроиии** — неодновременной закладки и разной скорости формирования различных по сложности компонентов функциональной системы (более ранняя закладка и формирование более сложных компонентов), эти компоненты «подгоняются» к одновременному началу функционирования в рамках данной системы. 2) Принцип фрагментации органа. В связи с наличием **межсистемной гетерохронии** — формирование отдельных функциональных систем на последовательных этапах онтогенеза, состав данного органа в каждый момент развития неоднороден по своей зрелости. Наиболее зрелыми оказываются те элементы, которые должны обеспечить реализацию систем, формирующихся на наиболее ранних этапах. Так, например, у птенца формируется не внутреннее ухо и слуховая кора вообще, но в них избирательно и ускоренно созревают те элементы, которые оказываются чувствительными к частоте «пищевых» сигналов матери, т. е. необходимые для обеспечения ранних форм пищедобывательного поведения (Хаютин С. Н., Дмитриева Л. П., 1991). 3) Принцип минимального обеспечения функциональных систем.

Функциональная система становится «продуктивной» (обеспечивающей достижение результата и имеющей все необходимые составляющие операциональной архитектоники до того, как все ее компоненты получат окончательное структурное оформление (Судаков К. В. и др., 1997).

С позиций представлений о системном характере морфогенетических процессов, в особенности, имея в виду принцип фрагментации (см. выше), можно рассмотреть **орган**, представляющий собой обособленный комплекс тканей, в качестве общей эволюционно фиксированной «части» множества систем, направленных на достижение разных результатов. Характеристика данного множества в традиционных терминах описывается как «специфическая функция» органа. Заметим здесь, что существует определенное соответствие между этим утверждением и точкой зрения, высказанной Маунткастлом о том, что «крупные структуры являются частями многих распределенных систем» (Эделмен Д., Маунткастл В., 1981, с. 57).

Отвечая на вопрос о том, почему специализированные клетки, принадлежащие разным функциональным системам, в процессе эволюции оформились как локальное морфологическое образование-орган, можно предположить действие факторов, обусловливающих обособление клеточных элементов с различающимися наборами экспрессированных генов. С одной стороны, к подобным факторам можно отнести наличие особых метаболических «потребностей», динамика которых требует срочных обменов специфическими метаболическими субстратами между близко расположенными клетками определенных специализаций (см., например, Weinberg R. J., 1997). Известно, что клетка функционируют нормально в достаточно узкой области параметров внешних условий и что конкретные характеристики этой области зависят от специализации данной клетки (Фок М. В., Зарицкий А. Р., 1997). С другой стороны, компартментализация, по-видимому оказывается способом пространственного разобщения несовместимых генов (Козлов А. П., 1983; Швырков В. Б., 1990).

В настоящее время становится общепризнанным, что многие закономерности модификации функциональных, морфологических свойств нейронов, а также регуляции экспрессии генов, лежащие в основе научения у взрослых, сходны с теми, что действуют на ранних этапах онтогенеза (Анохин К. В., 1996; Судаков К. В. и др., 1997). Это дает авторам основание рассматривать научение как «реювенилизацию» или «реактивацию процессов развития», имеющих место в раннем онтогенезе. В рамках теории функциональных систем, наряду с признанием специфических характеристик ранних этапов индивидуального развития, по сравнению с поздними (Александров Ю. И., 1989; Шулейкина К. В., Хаютин С. Н., 1989), уже довольно давно психофизиологами (Швырков В. Б., 1978 а), физиологами (Судаков К. В., 1979) и психологами (Шадриков В. Д., 1982) было обосновано представление о том, что системогенез имеет

место не только в раннем онтогенезе, но и у взрослых, так как формирование нового поведенческого акта есть формирование новой функциональной системы.

Принципиальным для понимания различий роли отдельных нейронов в обеспечении поведения является учет **истории формирования поведения** (Александров Ю. И., Александров И. О., 1980), т. е. истории последовательных системогенезов, и разработана **системно-селекционная концепция научения** (Shvyrkov V. B., 1986). Она представляет собой составную часть **системно-эволюционной теории**, которая сформулирована В. Б. Швырковым (1995) и является важнейшим компонентом методологической базы системной психофизиологии.

Системно-селекционной концепции созвучны современные идеи о «функциональной специализации», пришедшие на смену идеям «функциональной локализации», и о селективном (отбор из множества клеток мозг нейронов с определенными свойствами), а не инструктивном (изменение свойств, «инструктирование» клеток соответствующими сигналами) принципе, лежащем в основе формирования нейронных объединений на ранних и поздних стадиях онтогенеза (Edelman G. M., 1987). Дж. Эдельман приводит аргументы против инструктивного принципа, заключающиеся в том, что этот принцип требует точной копии каждого сигнала. Копия может формироваться новыми структурами, включающими старые компоненты, или совершенно новыми структурами. В первом случае необходим механизм высшего порядка (гомункулус) для различения старых и новых элементов; во втором — система будет быстро истощена. Альтернатива — селекция. Принцип селекции, с его точки зрения, означает, что в мозгу формируются группы нейронов, каждая из которых по-своему активируется при определенных изменениях внешней среды. Специфика группы обусловлена как генетически, так и эпигенетическими модификациями, происшедшими независимо от упомянутых изменений. Когда определенное изменение среды происходит, оно приводит к отбору из числа имеющихся такой группы, которая, в терминах Дж. Эдельмана, может обеспечить надлежащую реакцию. Изменение среды и группа могут считаться соответствующими друг другу в том случае, если клетки последней отвечают на данное изменение **более или менее** специфично. Селекция имеет место уже при созревании мозга в раннем онтогенезе, в процессе которого множество (50% и более) нейронов гибнет. Отобранные же клетки составляют первичный ассортимент. Вторичный ассортимент, полагает Дж. М. Эдельман, формируется в результате селекции, происходящей в процессе поведенческого взаимодействия со средой. Как справедливо считает Э. С. Рид (Reed E. S., 1989), принятие положения о селекции как основе развития на всех его этапах устраняет дихотомию между созреванием и научением.

Дж. Эдельман проводит аналогию между селекцией нейронов, селекцией в эволюции и клональной селекцией в иммунологии. Гарантия успеха во всех случаях — предсуществующее многообразие нейронов, индивидов или лимфоцитов. Так, в иммунологии раньше считалось, что антиген «инструктирует», изменяет лимфоцит. Однако затем стало ясно, что антиген «отбирает» лимфоцит, обладающий соответствующими свойствами, и соединяется с ним. Отобранные лимфоциты начинают делиться, образуя популяцию однородных клеток (клон). В результате продукция необходимых в данном случае антител увеличивается в 105–106 раз.

В рамках системно-селекционной концепции научения формирование новой системы рассматривается как фиксация этапа индивидуального развития — формирование нового **элемента индивидуального опыта** в процессе научения. Известно, что как молекулярно-биологическое, так и морфологическое «обеспечение» достижения одного и того же результата нового поведенческого акта сразу после завершения обучения и через несколько часов или дней после этого существенно различается (Роуз С., 1995; Анохин К. В., 1996). Возможно, в процессе фиксации элемента опыта действует принцип минимального обеспечения систем (см. выше). Сравнительный анализ нейронного обеспечения реализации данного элемента на ранней стадии его существования, когда упомянутая выше модификация морфологических свойств нейронов еще не произошла, и на поздних стадиях представляется актуальной задачей.

Специализация нейронов относительно вновь формируемых систем — **системная специализация** — постоянна, т. е. **нейрон системоспецифичен.** В настоящее время обнаружены нейроны, специализированные относительно самых разнообразных элементов опыта: актов использования определенных слов у людей (Heit G. et al., 1988), актов «социального контакта» с определенными особями в стаде у обезьян (Perrett D. I., 1996), актов инструментального поведения у кроликов (Александров Ю. И., 1989; Швырков В. Б., 1989, 1995), актов ухода за новорожденными ягнятам у овец (Kendrick K. M. et al., 1992).

Селекция нейронов из резерва (ранее молчавших, неактивных клеток) лежит в основе формирования новых функциональных систем при обучении и зависит от их индивидуальных свойств, т. е. от особенностей их метаболических «потребностей». Представления о резерве «молчащих» клеток и о генетической детерминации активности нейронов развивались также Л. В. Крушинским (1986). В экспериментах с использованием метода микроионофореза было показано, что искусственное изменение «микросреды» «молчащих» нейронов ведет к появлению у них импульсации (моделирует вовлечение из резерва) и что разные «молчащие» нейроны чувствительны к разным медиаторам (это, возможно, связано с различием их «потребностей») (Шерстнев В. В., 1972). Видимо, именно нарастание разнообразия метаболических «потребностей» нейронов обусловливает

филогенетическое усложнение поведения: белковый и пептидный состав нейронов усложняется в филогенезе (см.: Шерстнев В. В. и др., 1987).

Поскольку считается, что нервная система состоит из нейронов, обладающих своеобразной «индивидуальностью» (см.: Анохин П. К., 1975; Кэндел Э., 1980; Александров Ю. И. и др., 1997), постольку представляется логичным предположение, что число нейронов в известной мере отражает их разнообразие и предопределяет поведенческие возможности. Можно полагать поэтому, что не только межвидовые, но и индивидуальные различия связаны с различием в числе нейронов, имеющихся у сравниваемых индивидов или видов. Аргументы в пользу наличия этой связи приводились уже давно в рамках обсуждения результатов, демонстрирующих корреляцию таких показателей как размер мозга с межвидовыми и индивидуальными различиями в способности к обучению (см., например, Hahn M. E. et al., 1979; Jerison H. J., 1973; Deary I. J., Caryl P. G., 1997). В последнее время предлагается гипотеза, согласно которой могут быть выделены две группы факторов, определяющих увеличение размеров мозга (Aboitiz F., 1996). Первая связана с увеличением размеров тела, обусловливающим увеличение размера мозга в целом. Вторая — экологические факторы, которые определяют отбор специфических форм поведения и обусловливают избирательное увеличение размеров определенных мозговых структур и числа нейронов в них. Показано, что птицы, которые запасают и прячут корм, чтобы потом его извлечь и использовать, имеют значимо больший гиппокамп, чем птицы тех видов, для которых это поведение не характерно (см.: Rosenzweig M. R., Bennett E. L., 1995). Что касается числа нейронов, в экспериментах B. C. Ward et al. получены убедительные данные, показывающие наличие высоко значимой связи между числом нейронов в определенных структурах мозга у птиц и их способностью к выучиванию специфического поведения — воспроизведению видовой песни: чем больше нейронов у данной птицы в этих структурах, тем более точно она воспроизводит услышанные от других птиц фрагменты видовой песни (Ward B. C. et al., 1998).

Положение о селекции и системоспецифичности не означает абсолютной предопределенности: как в раннем онтогенезе селекция не означает полную готовность, предопределенность моделей результатов даже видоспецифических актов — они формируются в зависимости от особенностей индивидуального развития (см.: Александров Ю. И., 1989; Хаютин С. Н., Дмитриева Л. П., 1991), так и у взрослого — наличие групп нейронов со специфическими свойствами, которые могут быть отобраны при научении, по-видимому, означает возможность сформировать не определенный акт, а определенный класс актов. Выяснение границ и характеристик подобных классов — перспективная задача.

В процессе формирования индивидуального опыта вновь сформированные системы **не сменяют предсуществующие, но «наслаиваются»** на них. Что значит «не сменяют, но наслаиваются»? Ответ на этот вопрос будет дан в следующем разделе.

2.6. Структура и динамика субъективного мира человека и животных

Представления о закономерностях развития многими авторами разрабатываются в связи с идеями уровневой организации (см.: Анохин П. К., 1975, 1980; Роговин М. С., 1977; Александров Ю. И., 1989, 1995, 1997). Процесс развития рассматривается как переход не от части к целому, но от одного уровня интегрированности к другому; причем, формирование новых уровней в процессе развития не отменяет предыдущих (Бернштейн Н. А., 1966; Maclean P. D., 1969) и первые не вступают со вторыми в отношения доминирования (управления)—подчинения (исполнения) (Bunge M., 1969).

В теории функциональных систем разработана концепция изоморфности **иерархических уровней** (Анохин П. К., 1975). Изоморфность уровней заключается в том, что все они представлены функциональными системами, а не какими-либо специальными процессами и механизмами, например, периферического кодирования и центральной интеграции, классического обусловливания и инструментального обучения, регуляции простых рефлекторных и сложных произвольных движений, и т. п. Системообразующий фактор для всех этих систем независимо от уровня — результат. Фактором же, определяющим структурную организацию уровней, их упорядоченность, является история развития (Александров Ю. И., 1989). Данное утверждение согласуется с представлением о преобразовании последовательности стадий психического развития в уровни психической организации. Это представление является стержнем концепции Я. А. Пономарева (1976) о превращении этапов развития явления в структурные уровни его организации. Ж. Пиаже также подчеркивал соответствие стадий развития уровням организации поведения, полагая при этом, что формирование нового поведения означает «ассимиляцию новых элементов в уже построенные структуры» (1986, с. 240).

Наряду с изложенными идеями, высказываются также и мнения о том, что «истинное развитие» представляет собой не «наслоение», а смену одних образований другими (Роговин М. С., 1977). Однако эти мнения опровергаются данными многочисленных экспериментов. Обнаружено, что в основе образования нового элемента опыта лежит не «переспециализация» ранее специализированных нейронов, а, как уже говорилось, установление постоянной специализации относительно вновь формируемой системы части нейронов резерва. Данные о неонейрогенезе у взрослых млекопитающих (Weiss S. et al., 1996), а также

недавно полученные результаты, показывающие, что нейрогенез у взрослых крыс увеличивается в обогащенной среде (Kempermann G. et al., 1998), позволяют предположить, что наряду с рекрутированием клеток «резерва» и нейрогенез может вносить вклад в процессы системогенеза на поздних стадиях консолидации систем.

Таким образом, новая система оказывается «добавкой» к ранее сформированным, «наслаиваясь» на них. В связи с этим появление клеток новой специализации приводит к увеличению общего числа активных в поведении клеток. Положения о наличии в мозге животных разных видов множества молчащих клеток, об увеличении числа активных клеток при обучении, а также о том, что при обучении происходит скорее вовлечение новых нейронов, чем переобучение старых находят подтверждение в работах ряда лабораторий (Wilson M. A., McNaughton B. L., 1993; Bradley P. M. et al., 1996; Swadlow H. A., Hicks T. P., 1997). Как же используются элементы опыта разного «возраста» в достижении результатов поведения?

Обнаружено, что, осуществление поведения обеспечивается реализацией не только новых систем, сформированных при обучении актам, составляющим это поведение, но и **одновременной** реализацией множества более старых систем, сформированных на предыдущих этапах индивидуального развития (Швырков В. Б., 1989, 1995; Александров Ю. И., 1989; Александров Ю. И. и др., 1997). Последние могут вовлекаться в обеспечение многих поведенческих актов, т. е. относиться к элементам индивидуального опыта, общим для разных актов.

Например, **при захвате пищи**, предъявленной после нажатия животным на педаль и находящейся в одной из двух имеющихся в экспериментальной камере кормушек, **одновременно активны** нейроны, принадлежащие к наиболее древним системам, — активируются при любом открывании рта (при захвате пищи, жевании, в оборонительном поведении и т. д.); нейроны, принадлежащие к системам, сформированным позже предыдущих, но до обучения животного инструментальному поведению в экспериментальной камере, активируются только при открывании рта для захвата пищи, поданной в любой кормушке, на полу камеры, экспериментатором с руки и т. д.; наконец, нейроны, принадлежащие к наиболее новым системам, сформированным при обучении инструментальному поведению, активируются только при определенном захвате пищи — из одной, но не из другой кормушки. Заметим, что если один и тот же нейрон вовлекается в разные акты, то характеристики его активаций в этих актах различаются, так как в них он должен согласовывать свою активность с активностью разных наборов клеток (Александров Ю. И., 1989).

Таким образом, функциональные системы, реализация которых обеспечивает достижение результата поведенческого акта, формируются на последовательных стадиях индивидуального развития, поэтому

системная структура поведения отражает историю его формирования. Иначе говоря, **реализация поведения есть**, так сказать, **реализация истории формирования поведения**, т. е. множества функциональных систем, каждая из которых фиксирует этап становления данного поведения.

Ранее нами обосновывалась концепция, согласно которой во всем множестве функциональных систем, сформированных на протяжении индивидуального развития, могут быть выделены базовые и дифференцированные *системы*, а также *субсистемы* (Александров Ю. И., 1989). Причем предполагалось, что формирование функциональной системы означает появление нового целостного поведенческого акта, направленного на достижение полезного для индивида результата. «Врожденная» же субсистема, хотя и не является готовым «кирпичиком» и формируется в зависимости от конкретных условий развития, всегда оказывается лишь составной частью какого-либо акта. Иначе говоря, ни на каком этапе онтогенеза результаты субсистем не являются результатами целостных, самостоятельных актов, соотносящих среду и организм как целое. Они были таковыми лишь в эволюционном прошлом (Швырков В. Б., 1995). В настоящее время представляется, что это предположение не является достаточно последовательным. Во всяком случае, если речь идет о «субсистемах движений».

Можно полагать, что уже на стадии пренатального онтогенеза появляются первые функциональные *системы*, реализация которых характеризуется разнообразными «генерализованными» и «локальными» движениями и которые выступают в качестве самостоятельных актов, соотносящих плод и его среду как целое. В литературе были приведены данные, позволяющие выдвинуть представление о том, что данные функциональные системы становятся элементами индивидуального опыта, особенности которого зависят от конкретных условий развития и что этот опыт используется индивидом в организации поведения на стадии постнатального онтогенеза, причем характеристики поведения оказываются связанными с особенностями ранних этапов развития (Gottlieb G., 1973; Pedersen P. E., Blass E. M., 1981). Изменения функционирования материнского организма, наступающие вслед за актами, реализуемыми плодом, обеспечивают в каждый данный момент специфическое приспособление условий среды к динамике текущих потребностей плода. Поэтому движения плода рассматриваются как имеющие приспособительное значение и способствующие полноценному внутриутробному развитию (Аршавский И. А., 1960; Гармашева Н. Л., 1967; Гармашева Н. Л., Константинова Н. Н., 1978; Butterworth G., Harris M., 1994). Одни движения (ротационные) предотвращают «прилипание» плода к стенке матки (Butterworth G., Harris M., 1994). Другие — обеспечивают захват и заглатывание околоплодных вод или ведут к увеличению поступления питательных веществ и кислорода за счет интенсификации пупочно-плацентарного кровотока. В связи с движениями плода наблюдаются изменения

в активности ряда мозговых структур матери, а также повышение тонуса мышц матки, отражающееся на кровотоке в ней и выступающее в качестве фактора, обеспечивающего отмеченную интенсификацию кровотока (Бурсиан А. В., 1983; Гармашева Н. Л., 1967). В том случае, если концентрация питательных веществ в среде, с которой контактирует плод, повышается (потребление пищи или введение матери раствора глюкозы), частота движений плода падает, а при голодании матери, наоборот, — возрастает (Гармашева Н. Л., 1967; Гармашева Н. Л., Константинова Н. Н., 1978). В экспериментах О. В. Богданова и сотрудников (Богданов О. В., 1978; Богданов О. В. и др., 1986) было прямо показано, что куриный эмбрион может минимизировать биологически отрицательные воздействия внешней среды (электрическая стимуляция) посредством модификации своей двигательной активности: повышая амплитуду движений в одной экспериментальной ситуации и снижая — в другой.

Таким образом, двигательная активность может быть рассмотрена как «форма... поведения (в частности, пищевого. — *Ю. А.*) плода», который «через посредство скелетной мускулатуры активно добывает себе пищу». Даже дыхательные движения плода являются не просто тренировкой будущего дыхания, но приспособлением к текущим условиям внутриутробного существования, обеспечивающем выделение, питание и дыхание плода (Аршавский И. А., 1960, с. 292, 163).

Из сказанного следует, что важнейшей характеристикой, по которой оцениваются результаты движений плода, является адаптивное изменение среды, окружающей плод. В связи с этим важно отметить разновременность формирования мышечных рецепторов-веретен (активность которых «регулируется» интрафузальными мышечными волокнами, растягивающими при своем сокращении веретенную капсулу) и экстрафузальных (сократительных) мышечных волокон. Формирование веретенного аппарата и его иннервации запаздывает по отношению к формированию экстрафузальных мышечных волокон и появлению движений плода (Калугина М. А., 1956; Лепехина Л. М., 1972; Hamburger V., 1973; Zelena J., 1957). При этом следует иметь в виду, что у сформированного организма при активации γ-мотонейронов, иннервирующих интрафузальные волокна, состояние веретен опережающе «подстраивается» под параметры планируемого движения; таким образом создается возможность сопоставить реально достигнутые и планируемые параметры результатов мышечного сокращения (Granit R., 1975; Stein R. B., 1974).

Изложенные выше данные являются дополнительным свидетельством в пользу того, что оценка результатов первых пренатальных систем базируется, по крайней мере, в значительной степени, на характеристиках изменений именно внешней для плода среды и представляет собой оценку результатов, достигнутых при реализации самостоятельных актов, соотносящих среду и организм как целое. В более поздние периоды пренатальнаго онтогенеза (Богданов О. В., 1978; Богданов О. В. и др., 1986) и в постнатальном онтогенезе роль мышечной рецепции в оценке результатов возрастает. На стадии постнатального развития данные «системы движений» действительно не являются уже подобными самостоятельными актами, а лишь «обслуживают» достижение более дифференцированных результатов целостных поведенческих актов, включаясь во множества систем, их реализующих. Иначе, конечно, обстоит дело со спортивными, балетными движениями. Однако, в этом случае мы имеем дело, по существу, со специальными актами, «построение» и мозговое обеспечение которых принципиально отличается от такового «обсуживающих» систем и соответствует системной организации самостоятельного целенаправленного поведения (подробно см.: Бернштейн Н. А., 1966). На стадии постнатального онтогенеза в оценке параметров результатов «систем движений» принципиальную роль начинают играть мышечные рецепторы.

Что касается увеличения дифференцированности поведения от пре- к постнатальному периоду, в качестве показателя этого увеличения можно привести, например, увеличение числа вариантов поведения захвата пищевых веществ. Увеличение связано с изменением потребностей, обусловленным созреванием, и усложнением среды, в которой поведение формируется: усложнением как объективным — роды, так и субъективным — нарастание степени «дробления» среды индивидом и возможности учесть все больше ее параметров (см.: Александров Ю. И., 1989; Хаютин С. Н., Дмитриева Л. П., 1991). Таким образом, пищедобывательное поведение развивается от движений плода, ведущих к увеличению пупочно-плацентарного кровотока и заглатыванию околоплодной жидкости, к сосанию, представляющему собой сложное целенаправленное поведение (Бласс Э., 1982), зависящее от множества факторов (в том числе, от конкурентной активности сибсов (Шулейкина К. В., 1971)). Далее — к манипулированию непищевыми объектами, которое является особым этапом формирования пищедобывательного поведения (Крымов А. А., 1983), и ко все возрастающему разнообразию актов, направленных на захват разных видов твердой пищи.

И в раннем пренатальном онтогенезе, и у взрослого достижению результатов, описываемых на уровне целостного организма как изменение соотношения организма и среды, на уровне отдельных клеток соответствует удовлетворение разнообразнейших метаболических «потребностей» этих клеток (см. раздел 2.2). Поэтому реализация поведенческого акта на любом этапе индивидуального развития может быть охарактеризована как в аспекте изменения соотношения целостного организма и внешней среды, так и в аспекте внутренних изменений, обеспечивающих потребности метаболизма отдельных клеток. Следует, однако, думать, что имеется специфика этих «потребностей» в раннем онтогенезе, связанная с постоянной необходимостью обеспечения сравнительно более массивного, чем у взрослого, морфогенеза. При этом представляется непоследовательным с системной точки зрения

разделять формирующийся организм на отдельные части: элементы, «работающие», обеспечивающие достижение результатов и поэтому взимосодействующие, и элементы, которые не принимают в «работе» участия, так как «заняты» своим делом — созреванием. Справедливым кажется утверждение О. В. Богданова и др. (1986, с. 15) о необходимости «отбросить... рассуждения о дофункциональном периоде развития нервной клетки» при анализе ее «структурного созревания». Следовательно, и на ранних этапах онтогенеза следует рассматривать весь мозг и весь организм, клетки более зрелые и менее зрелые как целое, как совокупность элементов, взаимосодействующих в достижении результата и обеспечивающих в ходе этого взаимосодействия метаболические «потребности» друг друга. В связи с этим неудивительно, что наличие движений оказывается необходимым условием нормального созревания нервной системы, искусственное же ограничение движений приводит к нарушению процессов дифференциации нейронов, синаптогенеза и др. (Богданов О. В. и др., 1986).

Можно предположить, что различающиеся движения плода, которые приводят к результатам весьма сходным (но, вероятно, неидентичным) в первом аспекте (например, интенсифицируют пупочно-плацентарный кровоток, увеличивая поступление питательных веществ и кислорода), оказываются существенно разными во втором аспекте, приводя к удовлетворению «потребностей» разных групп созревающих центральных и периферических клеток. Можно предположить также, что динамика «потребностей» этих групп «подстраивается» к динамике потребностей плода как целого так, чтобы поступление питательных веществ достигалось в один момент (когда необходимо удовлетворение «морфогенетических потребностей» одной группы клеток) с помощью одного движения и, следовательно, при активации специфического набора клеток, а в другой — другого. Именно следствием подобного «подстраивания», видимо, является следующий феномен, наблюдаемый на всех стадиях развития плода: движения разных частей тела сменяют друг друга в «непредсказуемой» последовательности и сочетаниях, выглядя как «неинтегрированные» (Narayanan G. H. et al., 1971, с. 105).

Итак, мы считаем, что совершение плодом движений никоим образом не должно рассматриваться как функционирование частей будущей целостной конструкции, не имеющих в данный момент приспособительного значения. Плод живет, а не готовится к жизни, представляя собой целостный «домик», а не фундамент будущего дома (см. раздел 2.5). Элементы индивидуального опыта формируются уже на стадии пренатального онтогенеза. Их реализация, характеризуясь теми или иными движениями, соотносит плод и его среду как целое, обеспечивая достижение адаптивных поведенческих результатов и, одновременно, способствуя процессам созревания.

Можно предположить, что в основе процесса специализации нейрона находится не только преходящая экспрессия генов (например, «ранних» (Анохин К. В., 1997)), но и стойкая долговременная их активация, изменяющая его метаболические «потребности» таким образом, что он становится более избирательным в отношении своей «микросреды». Кажется логичным предположить также, что нейрогенез повышает разнообразие клеток, т. е. разнообразие паттернов экспрессированных ими генов. Если все это так, можно ожидать, что в онтогенезе число генов, экспрессированных в нервной системе, увеличивается. Действительно, показано, что как число активных генов в нервных клетках, так и «вес» генетического фактора в детерминации, например, интеллекта нарастают по ходу индивидуального развития (см.: Шерстнев В. В. и др., 1987; Сергиенко Е. А., Рязанова Т. Б., 1999). С позиций высказанных соображений индивидуальное развитие может быть представлено как последовательность системогенезов и «актуализация» генома, связанная с системогенезами.

Если полагать, что в основе видоспецифических различий в размере гиппокампа птиц запасающих и не запасающих корм (см. выше) лежат соответствующие различия их геномов, можно рассмотреть данные N. S. Clayton и J. R. Krebs (1994), которые показали, что данные различия появляются лишь в том случае, когда птицам предоставляется возможность формировать опыт запасания, как свидетельство в пользу существования связи между системогенезом и «актуализацией».

Специализация нейронов относительно элементов индивидуального опыта, сформированных на стадиях пре- и постнатального онтогенеза, означает, что в их активности отражается не внешний мир как таковой, а соотношение с ним индивида (см. также раздел 2.4). Поэтому описание системных специализаций нейронов оказывается одновременно описанием субъективного мира, а изучение активности этих нейронов — изучением субъективного отражения. В рамках такого описания **субъективный мир** выступает как структура, представленная накопленными в эволюции и в процессе индивидуального развития системами, закономерности отношений между которыми — **межсистемные отношения** — могут быть описаны качественно и количественно и которые можно, упрощая, свести к отношениям синергии и оппонентности, а **субъект поведения** — как весь набор функциональных систем, из которых состоит видовая и индивидуальная память. **Состояние субъекта поведения** при этом определяется через его системную структуру как совокупность систем разного фило- и онтогенетического возраста, одновременно активированных во время осуществления конкретного поведенческого акта.

С этих позиций **динамика субъективного мира** может быть охарактеризована как смена состояний субъекта поведения в ходе развертывания поведенческого континуума. Упоминавшиеся ранее трансформационные (переходные) процессы теперь предстают как смена одного специфического для данного акта набора функциональных систем на другой набор,

специфичный для следующего акта в континууме. Во время трансформационных процессов отмечается «перекрытие» активаций нейронов, относящихся к предыдущему и последующему актам, а также активация «лишних» нейронов, не активирующихся в упомянутых актах (Швырков В. Б., 1978, 1987; Гринченко Ю. В., 1979; Максимова Н. Е., Александров И. О., 1987).

Перекрытие может быть рассмотрено как «коактивация» нейронов, во время которой происходит согласовывание состояний одновременно активных клеток, принадлежащих к функциональным системам разных поведенческих актов, связанным логикой межсистемных отношений. Вероятно, это согласовывание лежит в основе системных процессов, которые включают оценку индивидом достигнутого результата, зависимую от данной оценки организацию следующего акта и реорганизацию отношений между функциональными системами только что реализованного акта. Наличие активаций «лишних» нейронов показывает, что данные процессы происходят с вовлечением и, возможно, с модификацией также и остальных элементов опыта, представителями которых являются «нелишние», в действительности, нейроны.

Еще Ф. Бартлет предлагал полностью отбросить взгляды, в соответствии с которыми «воспроизведение из памяти» рассматривается как «повторное возбуждение неизменных “следов”» (Bartlett F., 1932, p. VI). Позже было четко продемонстрировано, что не только сложные акты могут обнаруживать направленную динамику (совершенствоваться) в течение тысяч и даже миллионов реализаций, но даже простые акты являются «повторением без повторения» (Бернштейн Н. А., 1966; Gottlieb G. et al., 1988).

Анализ активности системно специализированных нейронов показывает: как «мы никогда не имеем по-настоящему изолированные функциональные системы» (Анохин П. К., 1975, с. 42; любой акт — одновременная реализация множества систем), так же мы не имеем и изолированного извлечения из памяти (в «чистом виде») специфического набора систем, соответствующего данному акту. В связи с наличием упоминавшихся выше сложнейших отношений, существующих между элементами индивидуального опыта, и в зависимости от них, актуализация одного элемента «затрагивает» другие. Результат поведенческого акта достигается за счет актуализации множества связанных логикой межсистемных отношений элементов опыта, образовавшихся при формировании разных актов. Процессам **реализации одиночного акта** поведения соответствует сложная и динамичная системная структура, представленная как **функциональными системами, неизменно вовлекающимися** в его осуществление, так и **системами, набор которых модифицируется** от реализации к реализации данного акта, но которые неизменно вовлекаются в реализацию каких-либо других актов.

Модификация набора систем определяется невозможностью полного воспроизведения в повторных реализациях акта структуры межсистемных отношений. Каждый последующий акт отличается от предыдущего хотя бы уже потому, что ему предшествует большее число реализованных актов, а, следовательно, он может характеризоваться иным уровнем мотивации, степени автоматизированности и т. п. Кроме того, параметры полученного результата не «математически точно соответствуют заданным», но «всегда имеют множественный разброс около... предсказанного акцептором действия эталона» (Анохин П. К., 1978, с. 275). Таким образом, трансформационные процессы, в которых задается конкретная структура межсистемных отношений, не могут быть точной копией предыдущих. Следует учесть и необходимость срочных реорганизаций межсистемных отношений в связи с меняющимися условиями среды, в которых осуществляется поведение. Модификация набора актуализированных систем определяет изменчивость субъективного мира при повторных реализациях «одного и того же» действия. Изучение нейронной активности позволяет сделать закономерности актуализации отдельных элементов опыта, лежащие в основе этой изменчивости, предметом количественного анализа (Александров Ю. И. и др., 1998).

Ясно, что одной из главных целей изучения мозгового обеспечения формирования и реализации индивидуального опыта у животных является обнаружение таких закономерностей, которые могли бы быть использованы для разработки представлений о субъективном мире человека. Однако на традиционных путях достижения этой цели возникают существенные методологические препятствия. Предполагается, что упомянутые закономерности могут существенно изменяться от животного к человеку. В связи с этим высказывается следующая точка зрения. В изучении специфически человеческих функций, таких, например, как использование языка, данные, полученные в экспериментах с животными, не могут быть использованы (Tulving E., Markowitsch H. J., 1994). Не отрицая специфики субъективного мира человека и понимая необходимость ее анализа (Швырков В. Б., 1985), можно считать, вместе с тем, приведенную выше радикальную и довольно распространенную точку зрения следствием методологии парадигмы реактивности, в которой активирование отдельных структур мозга связывается с выполнением специфических функций, таких как сенсорный анализ, генерация моторных программ, построение когнитивных карт и т. д. При этом, естественно, оказывается, что в экспериментах с животными нельзя изучать те специфические функции, под которые у них не существует специальных структур и механизмов.

В системной психофизиологии эти препятствия устраняются. С позиций развитой в ней системно-эволюционной теории активность нейронов связывается не с какими-либо специфическими «психическими» или «телесными» функциями, а с обеспечением функциональных систем,

9 Зак. 282

в которые вовлекаются клетки самой разной анатомической локализации и которые, различаясь по уровню, сложности и качеству достигаемого результата, подчиняются общим принципам организации функциональных систем (Анохин П. К., 1975, 1978). Поэтому системные закономерности, выявленные при изучении нейронной активности у животных, могут быть применены для разработки представлений о системных механизмах формирования и использования индивидуального опыта в разнообразной деятельности человека, например, в описанной в следующем разделе задаче категоризации слов родного и иностранного языка (см. и сравни с точкой зрения Tulving и Markowitsch), а также в операторских задачах, в совместной игровой деятельности у детей и взрослых, в ситуации ответа испытуемых на тестовые вопросы психодиагностических методов (Безденежных Б. Н., Пашина А. X., 1987; Александров Ю. И. и др., 1997).

Существование наряду с общесистемными закономерностями и специфики человеческого опыта можно особенно ярко продемонстрировать, сравнив у человека и животных только что рассмотренные трансформационные процессы, включающие оценку результата (Alexandrov Yu. I., 1996). Заметим, что именно эти процессы приводил в пример П. К. Анохин (1978, с. 397), утверждая изоморфность системных механизмов (операциональной архитектоники систем) и различное их «заполнение» у человека и животного.

Конечно, оценка результатов поведения осуществляется как животными, так и человеком. Однако состав индивидуального опыта, вовлекаемого в этот процесс, у них различается. Животное использует лишь опыт его собственных отношений со средой или, возможно, в специальных случаях, опыт особи, с которой оно непосредственно контактирует. Человек же использует опыт всего общества, опыт поколений. У человека индивидуальный опыт включает специфические элементы, являющиеся трансформированными единицами общественного опыта (Рубинштейн С. Л., 1989), знаниями, которые усвоены им в процессе индивидуального развития (Симонов П. В., 1993). Использование этих трансформированных единиц означает, что, оценивая результаты своего поведения, человек как бы смотрит на себя «глазами общества» и «отчитывается» ему. Специальный инструмент трансформации и отчета — речь.

Очевидно, что наиболее адекватным психофизиологическим методом исследования субъективного мира человека, дающим возможность прямого описания таксономии и отношений между элементами опыта, был бы анализ динамики активности нейронов, специализированных относительно систем разного возраста (Швырков В. Б., 1995). Однако по целому ряду этических и методических причин наиболее распространенным методом изучения активности мозга у человека наряду с другими методами картирования мозга продолжает оставаться анализ ЭЭГ. В. Б. Швырковым были теоретически и экспериментально обоснованы положения о соответствии компонентов ЭЭГ-потенциалов разрядам

нейронов и динамике системных процессов на последовательных этапах реализации поведения, в том числе переходным процессам, и о неправомерности классификации потенциалов как сенсорных, моторных, когнитивных и т. д. (Швырков В. Б., 1978, 1987). Была также показана связь нейронов различной системной специализации с фазами ЭЭГ-колебаний (Гаврилов В. В., 1987). В рамках упомянутых представлений знания о связи ЭЭГ и активности нейронов с динамикой системных процессов, полученные в экспериментах на животных, могут служить основой для использования регистрации суммарной электрической активности мозга в решении задач системной психофизиологии, относящихся к изучению закономерностей формирования и реализации индивидуального опыта у человека (Швырков В. Б., 1978, 1987; Александров Ю. И. и др., 1997; Максимова Н. Е., Александров И. О., 1987).

Теоретический и методический аппарат качественного и количественного анализа системных процессов, лежащих в основе формирования и реализации индивидуального опыта в норме и его реорганизации в условиях патологии (см. раздел 2.7), позволяет объединить в рамках системной психофизиологии исследования самого разного уровня: от клеточных и субклеточных механизмов формирования новых системных специализаций и межсистемных отношений; отражения истории обучения и межвидовых различий в системной организации активности нейронов; характеристик нейронных механизмов модификации и использования предсуществующих элементов опыта в рамках вновь формируемых потребностей до системной организации высоко- и низкоэффективной операторской деятельности и динамики ее усовершенствования; закономерностей формирования и реализации индивидуального опыта в деятельности, предполагающей субъект-субъектные отношения; особенностей структуры индивидуального опыта, опосредующей валидные формы отчетной деятельности испытуемых. К актуальным для дальнейшего развития системной психофизиологии направлениям исследований, кроме уже упоминавшихся в этом и предыдущем разделах, можно отнести также исследования генетической детерминации системной специализации нейронов, системных закономерностей категориального обучения, социальных детерминант структуры индивидуального опыта и др.

2.7. Проекция индивидуального опыта на структуры мозга в норме и патологии

Из всего сказанного выше с очевидностью следует, что с позиций системной психофизиологии проблема «локализации психических функций» должна быть сформулирована как проблема **проекции индивидуального опыта на структуры мозга** (Швырков В. Б., 1995).

Яркие данные в пользу зависимости корковых проекций от особенностей ранних этапов индивидуального развития были получены

Д. Н. Спинелли (Spinelli D. N., 1978), который обнаружил, что обучение котят оборонительным движениям передней лапы приводит к увеличению, по сравнению с контролем, числа нейронов, имеющих рецептивные поля на этой лапе; область ее представительства в соматосенсорной коре существенно расширяется. Позднее было обнаружено, что обусловленное обучением формирование рецептивных полей нейронов с характеристиками, соответствующими свойствам распознаваемых объектов, имеет место и у взрослых животных (Tanaka K., 1993). В настоящее время не вызывает сомнений, что рецептивные поля и «корковые карты» могут модифицироваться в течение всей жизни (Wall J. T., 1988), хотя объем этих модификаций в разном возрасте может быть разным. Так, показано, что представительство пальцев левой руки у музыкантов, играющих на струнных инструментах, расширено, по сравнению с контролем, тем сильнее, чем в более раннем возрасте началось обучение игре (Elbert T. et al., 1995).

Выше мы уже отмечали, что с точки зрения теории функциональных систем при тестировании рецептивных полей нейронов выявляется их вовлечение в обеспечение систем тех или иных поведенческих актов. В связи с этим представленные выше данные можно рассмотреть как указание на то, что проекция индивидуального опыта на структуры мозга животных и человека изменяется в процессах системогенеза на всех стадиях индивидуального развития и зависит от особенностей последнего.

Для того чтобы получить данные, непосредственно характеризующие проекцию тех или иных элементов опыта на структуры мозга, необходимо сопоставить паттерны системной специализации нейронов этих структур. Под **паттерном системной специализации нейронов** данной области мозга понимается конкретный состав функциональных систем, по отношению к которым специализированы нейроны данной структуры, и количественное соотношение нейронов, принадлежащих к разным системам. Сопоставление паттернов специализации нейронов лимбической и моторной коры кролика на последовательных стадиях обучения инструментальному поведению (нажатия на педали для получения пищи в автоматически предъявляемой кормушке) показало, что паттерны изменяются, причем в разной степени в сравниваемых областях коры. Изменение происходит за счет появления после обучения (например, нажатию на педаль) новой группы активных нейронов, специфически связанных с этим актом. Таких клеток в лимбической коре появляется достоверно больше, чем в моторной. Поэтому результирующие паттерны специализации нейронов этих структур кардинально различаются. Хотя нейроны одной специализации есть в разных структурах, но эти структуры различаются по соотношению специализаций: в лимбической коре (как и в гиппокампе) значительно больше нейронов новых специализаций, чем в моторной коре.

Эксперименты, в которых анализировалась системная специализация нейронов многих центральных и периферических структур мозга, показали, что, в целом, нейроны новых специализаций максимально представлены в коре мозга (хотя, как это было только что отмечено, отдельные ее области могут сильно различаться по этому параметру) и в меньшей степени или совсем отсутствуют в ряде филогенетически древних и периферических структур. Нейроны же более старых специализаций в значительном числе представлены в корковых, как и в других структурах. Можно полагать, что специфика проекции на структуры мозга зависит от специфически метаболических «потребностей». Эти свойства определяют вовлечение нейронов данной структуры в формирование конкретной функциональной системы.

В качестве основного критерия эволюционных преобразований мозга рассматривается развитие его коры. Как изменяется проекция опыта на корковые структуры в процессе исторического развития от животного к человеку? В филогенезе нарастают прямые связи между периферическими, спинномозговыми элементами и корой, что связывается с нарастанием выраженности эффектов ее повреждения в эволюционном ряду. Это позволяет говорить о «прогрессивной кортикализации функций» (Лурия А. Р., 1973). С позиций теории функциональных систем кортикализация была интерпретирована в терминах системной специализации нейронов (Александров Ю. И., 1989) как увеличение пропорции нейронов, принадлежащих к более старым системам в первичных проекционных областях коры. Таким образом, паттерн специализации «одной и той же» области мозга, а, следовательно, и ее роль в обеспечении поведения, изменяется в филогенезе.

Параллельно с упомянутой модификацией первичных областей происходит бурное развитие вторичных и третичных («гностических», «специфически человеческих») областей коры мозга; при этом относительные размеры первичных областей уменьшаются. За счет этого развития увеличивается представленность в коре нейронов, принадлежащих к системам нового, наиболее сложного индивидуально специфичного поведения, которое у человека включают использование трансформированных единиц общественного опыта (см. раздел 2.6).

Проекция опыта на структуры мозга может изменяться не только при нормальном ходе индивидуального развития. Повреждающие воздействия, такие, например, как перерезка нервов или ампутация пальцев, заставляющие перестроить поведение, также приводят к модификации рецептивных полей и соответствующим изменениям «корковых карт» (Wall J. T., 1988). У бинокулярно депривированных после рождения животных и у слепых людей зрительное представительство по сравнению с нормой уменьшается, в то время как тактильное и слуховое — увеличивается (Rauschecker J. P., 1995).

Сказанное выше свидетельствует в пользу справедливости положения о том, что для полного понимания развития психики, ее внутренней структуры и нейрональных основ необходимо учитывать материал пато-

логии (Лурия А. Р., 1973; Зейгарник Б. В., 1986). В противном случае останутся вне проблемного поля те «законные вариации нормальных процессов» (K. Goldstein, 1933; Давыдовский И. В., 1969), которые традиционно относятся к патологии и подчеркивание специфики которых, в сравнении с «нормой», обусловлено потребностями практики. В действительности же эти процессы являются не хаосом, дезорганизацией, нарушением функций, «ненормальностью» или чем-то в этом роде, но выработанной в эволюции формой приспособления индивида, которая оказывается хотя и «новым порядком движений и вещей», но при этом принципиально тождественной нормальным формам (Давыдовский И. В., 1969).

Первый систематический анализ амнезий, который позволил сформулировать представления об организации памяти, основанные на данных об ее повреждении, был, по мнению Л. Р. Сквайра (L. R. Squire), проведен в прошлом веке французским философом и психологом Т. Рибо (T. Ribot). Затем эта линия исследований была продолжена многими авторами. Клинический материал, демонстрирующий различие характера амнезий после поражения разных структур мозга, протрактованный в терминах реализации этими структурами специфических функций, лег в основу современных представлений о множественности «систем памяти». Наиболее признанной их классификацией является предложенное Л. Р. Сквайром (Squire L. R., 1994) деление на две большие группы «систем»: декларативная память (относящаяся к тому материалу, о котором субъект может сообщить, дать отчет) и недекларативная память (характеризующая неосознаваемый материал) (см. раздел 2.6). Предполагается, что разные «системы памяти» могут лежать в основе разного поведения.

Трудно дать однозначную трактовку в терминах системной психофизиологии всей совокупности материала, накопленного в рамках этого направления, в связи с его разнородностью, а также в связи с тем, что при локальных поражениях мозга можно локализовать симптом, а не функцию и, наконец, в связи с тем, что повреждение мозга означает не просто изъятие его части, а реорганизацию проекции опыта на интактные области. Так, например, после двустороннего разрушения зрительной области коры, паттерн специализации нейронов моторной коры изменяется: доля нейронов, специализированных относительно новых функциональных систем, увеличивается (Alexandrov Yu. I. et al., 1990).

Однако в самом общем виде этот материал можно оценить следующим образом. Как мы уже знаем, системные процессы, лежащие в основе поведенческого акта, имеют общемозговой характер. В обеспечение поведенческого акта вовлекается множество систем разного возраста. Симптомы, дающие основание говорить о повреждении той или иной «системы памяти», появляются при воздействии на данное множество. С этих позиций кажется адекватной точка зрения Д. Л. Счактера и Э. Тулвинга (Schacter D. L., Tulving E., 1994), в соответствии с которой считается правилом вовлечение в обеспечение задачи разных «систем памяти»; они

обладают общим свойством: направленностью на результат и различаются по времени их появления в онто- и филогенезе. Тогда различие характера амнезий может быть связано с тем, какие именно представители данного множества поражены в наибольшей степени, а, следовательно, какие именно нарушения формирования и реализации этой целостной организации выходят на первый план: использование трансформированных единиц общественного опыта в оценке результатов своего поведения («отчет обществу»), формирование новых системных специализаций, реорганизация отношений между элементами опыта и т. д.

Особое значение для рассмотрения изменений проекции опыта в патологии имеет **«закон разложения» Т. Рибо** (1898). Т. Рибо выделял «элементы» психики «с точки зрения последовательных фаз ее происхождения» и, в соответствии с этим, в качестве механизмов патологических состояний рассматривал изменения, при которых в первую очередь модифицируются «психические функции», сформированные последними. Анализ модификации активности нейронов, лежащей в основе вызванных острым введением алкоголя нарушений поведения животных, выявил уменьшение числа активных в поведении клеток. Паттерн специализации нейронов изменяется (в лимбических структурах, но не в моторной коре) следующим образом: доля активных нейронов, принадлежащих к новым функциональным системам, падает за счет избирательного подавления активности этих нейронов, в особенности клеток, лежащих в верхних (II–IV) слоях коры (Alexandrov Yu. I. et al., 1991, 1993). Интересно отметить, что эти слои являются филогенетически более молодыми, чем нижние, и их развитие в эволюции связывается с усложнением психической деятельности (Лурия А. Р., 1973).

Та же закономерность обнаруживается при исследованиях человека, в которых анализируются эффекты острого введения алкоголя на ЭЭГ-потенциалы, соответствующие категоризации слов родного и иностранного языка. В этих исследованиях выявлено достоверно более выраженное угнетающее влияние в задаче категоризации слов иностранного языка, усвоенного на сравнительно более поздних этапах индивидуального развития (Александров Ю. И. и др., 1997 а). Только что описанные данные об избирательном влиянии алкоголя на нейроны, принадлежащие к более новым функциональным системам, позволяют считать, что в основе дифференцированного эффекта алкоголя на элементы индивидуального опыта разного возраста у человека лежит более выраженное действие алкоголя на те нейроны, которые обеспечивают актуализацию опыта, усвоенного испытуемыми на более поздних стадиях индивидуального развития.

В случае острого влияния алкоголя мы имеем дело с обратимым изменением проекции индивидуального опыта. В результате же хронической алкоголизации, как и в ситуации с локальным поражением мозга, модификации оказываются стойкими. Основной мишенью повреждающего действия хронической алкоголизации являются как раз нейроны

новых функциональных систем, локализующиеся в тех слоях и областях мозга, которые наиболее чувствительны к острому введению алкоголя. Именно за счет этих клеток уменьшается плотность корковых нейронов (они гибнут) и изменяется паттерн специализации. Так, например, в лимбической коре численное соотношение нейронов новых и старых систем становится обратным по сравнению со здоровыми животными: нейроны, принадлежащие старым функциональным системам, которых в норме значительно меньше, чем нейронов новых функциональных систем, становятся преобладающими (Александров Ю. И. и др., 1997).

Можно полагать, что повышенная чувствительность нейронов новых функциональных систем, являясь **психофизиологическим основанием закона Рибо**, определяет описываемую им феноменологию.

Таким образом, **проекция индивидуального опыта** на структуры мозга **изменяется в филогенезе, определяется историей обучения** в процессе индивидуального развития и **модифицируется при патологических воздействиях**. Как в нормальной, так и в патологической ситуациях текущее поведение определяется реализацией элементов опыта, сформированных на последовательных этапах развития. Изменение «порядка» в последнем случае выражается в модифицированных, по сравнению с нормой, характеристиках исторически детерминированной системной организации. Это изменение представляет для нас особый интерес. Конечно, патологическое воздействие на новые системы не означает их простое «вычитание», «негатив развития» (Зейгарник Б. В., 1986), так же как локальное поражение мозговой структуры не означает простого «вычитания» ее из общемозговой организации (см. выше). Но как исследование симптомов локального поражения структур в нейропсихологии оказывается эффективным путем разработки представлений о мозговых основах психической деятельности человека, так и возможность избирательного воздействия на функциональные системы определенных уровней предоставляет уникальный материал, позволяющий судить о роли этих уровней в системной организации поведения и об ее «законных вариациях».

Литература

1. *Абульханова К. А., Александров Ю. И., Брушлинский А. В.* Комплексное изучение человека // Вестник РГНФ. 1996. № 3. С. 11–19.
2. *Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж.* Молекулярная биология клетки. М.: Мир, 1986. Т. 1–5.
3. *Александров Ю. И.* Отражение интенсивности электрокожного раздражения в ответах корковых нейронов // Материалы 22–23 итоговой сессии СНО. М.: МЗ СССР, 1971. С. 21–29.
4. *Александров Ю. И.* Психофизиологическое значение активности центральных и периферических нейронов в поведении. М.: Наука, 1989.
5. *Александров Ю. И.* Макроструктура деятельности и иерархия функциональных систем // Психол. журн. 1995. Т. 16. № 1. С. 26–29.

6. *Александров Ю. И.* Психология + физиология ≠ психофизиология // Психологическая наука: традиции, современное состояние и перспективы. Труды Ин-та психологии. М., 1997. Т. 2. С. 263–268.
7. *Александров Ю. И., Швырков В. Б.* Латентные периоды и синхронность разрядов нейронов зрительной и соматосенсорной коры в ответ на условную вспышку света // Нейрофизиология. 1974. Т. 6. № 5. С. 551–553.
8. *Александров Ю. И., Александров И. О.* Активность нейронов зрительной и моторной областей коры мозга при осуществлении поведенческого акта с открытыми и закрытыми глазами // Журн. высш. нервн. деят. 1980. Т. 31. № 6. С. 1179–1189.
9. *Александров Ю. И., Греченко Т. Н., Гаврилов В. В., Горкин А. Г., Шевченка Д. Г., Гринченко Ю. В., Александров И. О., Максимова Н. Е., Безденежных Б. Н., Бодунов М. В.* Закономерности формирования и реализации индивидуального опыта // Журн. высш. нервн. деят. 1997. Т. 47. № 2. С. 243–260.
10. *Александров Ю. И., Самс М., Лавикайнен Ю., Рейникайнен К., Наатанен Р.* Зависимость свойств связанных с событиями потенциалов от возраста элементов субъективного опыта, актуализируемых при категоризации слов родного и иностранного языка // Психол. журн. 1997 а. Т. 18. № 1. С. 133–145.
11. *Александров Ю. И., Шевченка Д. Г., Горкин А. Г., Гринченко Ю. В.* Динамика системной организации поведения в его последовательных реализациях // Психол. журн. 1999. Т. 20. № 2 (в печати).
12. *Анохин К. В.* Обучение и память в молекулярно-генетической перспективе // Двенадцатые сеченовские чтения. М.: Диалог-МГУ, 1996. С. 23–47.
13. *Анохин К. В.* Молекулярные сценарии консолидации долговременной памяти // Журн. высш. нервн. деят. 1997. Т. 47. № 2. С. 261–280.
14. *Анохин П. К.* От Декарта до Павлова. М.: Медгиз, 1945.
15. *Анохин П. К.* Системный анализ условного рефлекса // Журн. высш. нерви. деят. 1973. Т. 23. № 2. С. 229–247.
16. *Анохин П. К.* Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975.
17. *Анохин П. К.* Философские аспекты теории функциональной системы. М.: Наука, 1978.
18. *Анохин П. К.* Из тетрадей П. К. Анохина // Психол. журн. 1980. № 4. С. 185–188.
19. *Аристотель.* О душе. М.: Соцэкгиз, 1937.
20. *Аршавский И. А.* Физиология кровообращения во внутриутробном периоде. М.: Медгиз, 1960.
21. *Батуев А. С.* Обратная связь в системе управления движением // Теория функциональных систем в физиологии и психологии. М.: Наука, 1978. С. 195–219.
22. *Безденежных Б. Н., Пашина А. Х.* Структура ЭЭГ-активности при печатании предложения на пишущей машинке // ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях. М.: Наука, 1987. С. 185–197.
23. *Бернштейн Н. А.* Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966.
24. *Бехтерев В. М.* Объективная психология. М.: Наука, 1991.

25. *Бласс Э.* Онтогенез сосания — целенаправленного поведения // Нейрофизиологические механизмы поведения. М.: Наука, 1982. С. 229–237.
26. *Блауберг И. В., Юдин Б. Г.* Системный подход как современное общенаучное направление // Диалектика и системный анализ. М., 1986. С. 136–144.
27. *Богданов О. В., Медведева М. В., Василевский Н. Н.* Структурно-функциональное развитие конечного мозга. Л.: Наука, 1986.
28. *Богданов О. В.* Функциональный эмбриогенез мозга. Л.: Медицина, 1978.
29. *Бор Н.* Атомная физика и человеческое познание. М.: Изд-во ИЛ, 1961.
30. *Бринк Ф. мл.* Возбуждение и его проведение по нейрону // Экспериментальная психология. Т. 1. М.: Изд-во ИЛ, 1960. С. 93–141.
31. *Брушлинский А. В.* О природных предпосылках психического развития человека. М.: Знание, 1977.
32. *Бурсиан А. В.* Ранний онтогенез моторного аппарата теплокровных. Л.: Наука, 1983.
33. *Вертгеймер М.* О гештальттеории // Хрестоматия по истории психологии. М.: Из-во МГУ, 1980. С. 84–97.
34. *Выготский Л. С.* Собрание сочинений. Т. 1: Вопросы теории и истории психологии. М.: Педагогика, 1982.
35. *Гаврилов В. В.* Соотношение ЭЭГ и импульсной активности нейронов в поведении у кролика // ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях. М.: Наука, 1987. С. 33–44.
36. *Гармашева Н. Л.* Плацентарное кровообращение. Л.: Медицина, 1967.
37. *Гармашева Н. Л., Константинова Н. Н.* Введение в перинатальную медицину. М.: Медицина, 1978.
38. *Гофман И.* Фортепианная игра. М., 1911 (цит. по: Дымерский В. Я. О применении воображаемых действий в процессе восстановления и сохранения навыков // Вопросы психологии. 1955. № 6. С. 50–61).
39. *Гринченко Ю. В.* Нейрофизиологические механизмы смены отдельных актов в сложном поведении // Системные аспекты нейрофизиологии поведения. М.: Наука, 1979. С. 19–71.
40. *Гибсон Дж.* Экологический подход к зрительному восприятию. М.: Прогресс, 1988.
41. *Гиппенрейтер Ю. Б.* Введение в общую психологию. М.: Изд-во МГУ, 1988.
42. *Давыдовский И. В.* Общая патология человека. М.: Медицина, 1969.
43. *Дриш Г.* Витализм. Его история и система. М.: Наука, 1915.
44. *Дружинин В. Н.* Структура и логика психологического исследования. М.: Ин-т психологии, 1993.
45. *Зейгарник Б. В.* Патопсихология. М.: Изд-во МГУ, 1986.
46. *Зинченко В. П., Моргунов Е. Б.* Человек развивающийся. Очерки российской психологии. М.: Тривола, 1994.
47. *Игнашенко А. М.* Акробатика. М., 1951 (цит. по: Дымерский В. Я. О применении воображаемых действий в процессе восстановления и сохранения навыков // Вопросы психологии. 1955. № 6. С. 50–61).
48. *Калугина М. А.* К вопросу о развитии проприорецепторов поперечнополосатых мышц млекопитающих // Архив анат. гистол. эмбриол. 1956. Т. 33. № 1. С. 60–63.
49. *Клайн М.* Математика. Утрата определенности. М.: Мир, 1994.

50. *Когхилл Дж. Э.* Анатомия и проблема поведения. Эмбриология против рефлексологии. М.—Л.: Гос. изд-во биол. и мед лит-ры, 1934.
51. *Козлов А. П.* Принципы многоуровневого развития организмов // Проблемы анализа биологических систем. М.: Изд-во МГУ, 1983. С. 48–61.
52. *Крушинский Л. В.* Биологические основы рассудочной деятельности. М.: Изд-во МГУ, 1986.
53. *Крымов А. А.* Развитие психической деятельности млекопитающих в игровом периоде онтогенеза: Автореф. дисс... канд. психол. наук. 1983.
54. *Кэндел Э.* Клеточные основы поведения. М.: Мир, 1980.
55. *Лакатос И.* Фальсификация и методология научно-исследовательских программ. М.: Медиум, 1995.
56. *Левин К.* Топология и теория поля // Хрестоматия по истории психологии. М.: Из-во МГУ, 1980. С. 122–131.
57. *Леонтьев А. Н.* Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975.
58. *Лепехина Л. М.* О развитии у крыс спонтанной двигательной активности в эмбриональном и раннем постнатальном периодах // Бюл. эксперим. биол. и мед. 1972. Т. 73. С. 6–9.
59. *Ломов Б. Ф.* Методологические и теоретические проблемы психологии. М.: Наука, 1984.
60. *Леттвин Дж., Матурана У., Мак-Калок У., Питтс У.* Что сообщает глаз лягушки мозгу лягушки? // Электроника и кибернетика в биологии и медицине. М., 1963. С. 211 (цит. по: Швырков, 1978).
61. *Лурия А. Р.* Основы нейропсихологии. М.: Ид-во МГУ, 1973.
62. *Максимова Н. Е., Александров И. О.* Типология медленных потенциалов мозга, нейрональная активность и динамика системной организации поведения // ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях. М.: Наука, 1987. С. 44–72.
63. *Матурана У.* Биология познания // Язык и интеллект. М.: Прогресс, 1996. С. 95–142.
64. *Московичи С.* Социальные представления: исторический взгляд // Психол. журн. 1995. Т. 16. № 2. С. 3–14.
65. *Павлов И. П.* Избранные произведения. М.: Изд-во АН СССР, 1949.
66. *Пашина А. Х., Швырков В. Б.* О сокращении времени реакции при обучении // Теория функциональных систем в физиологии и психологии. М.: Наука, 1978. С. 347–357.
67. *Пиаже Ж.* Теория Пиаже // История зарубежной психологии. М.: Изд-во МГУ, 1986.
68. *Пигарева З. Д.* Развитие нейронов мозга млекопитающих в аспекте их функционально обусловленной биохимической гетерогенности // Нейронные механизмы развивающегося мозга. М.: Наука, 1979. С. 227–243.
69. *Пономарев Я. А.* Психология творчества. М.: Наука, 1976.
70. *Рибо Т.* Психология чувствъ. Спб.: Изд. Ф. Павленкова, 1898.
71. *Роговин М. С.* Структурно-уровневые теории в психологии. Ярославль: ЯГУ, 1977.
72. *Роуз С.* Устройство памяти от молекул к сознанию. М.: Мир, 1995.
73. *Рубинштейн С. Л.* Проблемы общей психологии. М., 1973.
74. *Рубинштейн С. Л.* Основы психологии. М.: Педагогика, 1989. Т. II.

75. *Сахаров Д. А.* Множественность нейротрансмиттеров: функциональное значение // Журн. эвол. биох. и физиол. 1990. Т. 26. № 5. С. 733–740.
76. *Сергиенко Е. А., Рязанова Т. Б.* Младенческое близнецовое исследование: специфика психического развития // Психол. журн. 1999. Т. 20. № 2. С. 1–15.
77. *Сеченов И. М.* Кому и как разрабатывать психологию? (1873) // Избранные философские и психологические произведения. М.: ОГИЗ, 1947. С. 222–308.
78. *Симонов П. В.* Сознание и мозг // Журн. высш. нервн. деят. 1993. Т. 43. № 1. С. 211–223.
79. *Снякин П. Г.* Функциональная мобильность рецепторов // Успехи физиол. наук. 1971. Т. 2. № 3. С. 31–56.
80. *Соколова Л. В.* Развитие учения о мозге и поведении. СПб., 1995.
81. *Спенсер Г.* Основания психологии. СПб.: Изд. Сытина, 1897.
82. *Судаков К. В.* Системогенез поведенческого акта // Механизмы деятельности мозга. М.: Госнаучтехиздат, 1979. С. 88–89.
83. *Судаков К. В.* Теория функциональных систем. М.: РАН, 1996.
84. *Судаков К. В., Надирашвили С. А., Швыркова Н. А., Александрова Е. А., Купец Т. В., Гладкова А. И., Анохин К. В., Богомолова Е. М., Курочкин Ю. А., Макаренко Ю. А.* Теория системогенеза. М.: Горизонт, 1997.
85. *Третьяк Т. М., Архипова Л. В.* Внутриклеточная активность нейромедиаторов // Усп. совр. биол. 1992. Т. 112. № 2. С. 265–272.
86. Функциональные системы организма / Под ред. К. В. Судакова. М.: Медицина, 1987.
87. *Шадриков В. Д.* Проблемы системогенеза профессиональной деятельности. М.: Наука, 1982.
88. *Швырков В. Б.* Нейрофизиологическое изучение системных механизмов поведения. М.: Наука, 1978.
89. *Швырков В. Б.* Нейрональные механизмы обучения как формирование функциональной системы поведенческого акта // Механизмы системной деятельности мозга. Горький, 1978 а. С. 147–149.
90. *Швырков В. Б.* Структура субъективного мира животных и человека: сходства и отличия // Принципы и механизмы деятельности мозга человека. Тезисы докладов. Л.: Наука, 1985. С. 113.
91. *Швырков В. Б.* Психофизиология // Тенденции развития психологической науки. М.: Наука, 1989. С. 181–200.
92. *Швырков В. Б.* Что такое нейрональная активность и ЭЭГ с позиций системно-эволюционного подхода // ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях. М.: Наука, 1987. С. 5–23.
93. *Швырков В. Б.* Нейрональные основы памяти // Исследование памяти. М.: Наука, 1990. С. 193–215.
94. *Швырков В. Б.* Введение в объективную психологию. Нейрональные основы психики. М.: Ин-т психологии РАН, 1995.
95. *Швырков В. Б., Александров Ю. И.* Обработка информации, поведенческий акт и корковые нейроны // ДАН СССР. 1973. Т. 212. № 4. С. 1021–1024.
96. *Швыркова Н. А.* Анализ импульсной активности нейронов при пищевом и оборонительном поведении кроликов // Системный анализ механизмов поведения. М.: Медицина, 1979. С. 319–326.

97. *Шеррингтон Ч.* Интегративная деятельность нервной системы. Л.: Наука, 1969.
98. *Шерстнев В. В.* Нейрохимическая характеристика «молчащих» нейронов коры мозга // ДАН СССР. 1972. Т. 202. № 6. С. 1473–1476.
99. *Шерстнев В. В., Никитин В. П., Рылов А. Л.* Молекулярные механизмы интегративной деятельности нейронов // Функциональные системы организма. М.: Медицина, 1987. С. 319–352.
100. *Шулейкина К. В.* Системная организация пищевого поведения. М.: Наука, 1971.
101. *Шулейкина К. В., Хаютин С. Н.* Развитие теории системогенеза на современном этапе // Журн. высш. нервн. деят. 1989. № 1. С. 3–19.
102. *Уотсон Дж. Б.* Психология с точки зрения бихевиориста // Хрестоматия по истории психологии. М.: Из-во МГУ, 1980. С. 17–34.
103. *Ухтомский А. А.* Избранные труды. Л.: Наука, 1978.
104. *Фейерабенд П.* Избранные труды по методологии науки. М.: Прогресс, 1986.
105. *Ферворн М.* Общая физиология. М.: Т-во И. Д. Сытина, 1897.
106. *Фок М. В., Зарицкий А. Р.* Авторегуляция как основа гомеостаза клеток. М.: Косминформ, 1997.
107. *Хаютин С. Н., Дмитриева Л. П.* Организация раннего видоспецифического поведения. М.: Наука, 1991.
108. *Черняк В. С.* Природа научного факта // Природа. 1986. № 3. С. 83–91.
109. *Чуприкова Н. И.* Психология умственного развития: принцип дифференциации. М.: Столетие, 1997.
110. *Эделмен Д., Маунткастл В.* Разумный мозг. М.: Мир, 1981.
111. *Ярошевский М. Г.* Наука о поведении: русский путь. М.—Воронеж: Изд-во «Ин-т практической психологии», 1996.
112. *Aboitiz F.* Does bigger mean better? Evolutionary determinants of brain size and structure // Brain, behav. and evolut. 1996. Vol. 47. P. 225–245.
113. *Alexandrov Yu. I.* Levels of consciousness related with the dynamics of behavior: humans and animals // Toward a science of consciousness 1996. Tucson II. Arizona. The Univ. Arizona. 1996. P. 106.
114. *Alexandrov Yu. I., Grinchenko Yu. V., Jarvilehto T.* Change in the pattern of behavioral specialization of neurons in the motor cortex of the rabbit following lesion of the visual cortex // Acta Physiol. Scand. 1990. Vol. 139. P. 371–385.
115. *Alexandrov Yu. I., Grinchenko Yu. V., Laukka S., Jarvilehto T., Maz V. N.* Acute effects of alcohol on unit activity in the motor cortex of freely moving rabbits: Comparison with the limbic cortex // Acta Physiol. Scand. 1991. Vol. 142. P. 429–435.
116. *Alexandrov Yu. I., Grinchenko Yu. V., Laukka S., Jarvilehto T., Maz V. N., Korpusova A. V.* Effect of ethanol on hippocampal neurons depends on their behavioral specialization // Acta Physiol. Scand. 1993. Vol. 149. P. 105–115.
117. *Alexandrov Yu. I., Jarvilehto T.* Activity versus reactivity in psychology and neurophysiology // Ecological Psychology. 1993. Vol. 5. P. 85–103.
118. *Baily C. H., Kandel E. R.* Structural changes accompanying memory storage // Ann. Rev. Physiol. 1993. Vol. 53. P. 397–426.
119. *Bartlett F.* Remembering. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1932.

120. *Bradley P. M., Burns B. D., King T. M., Webb A. C.* Electrophysiological correlates of prior training: an in vitro study of an area of the avian brain which is essential for early learning // Brain Res. 1996. Vol. 708. P. 100–107.
121. *Bunge M.* The mataphysics, epistemology and methodology of levels // Hierarchical stuctures. N. Y.: Elseiver, 1969. P. 17–28.
122. *Bunge M.* What kind of discipline is psychology: autonomous or dependent, humanistic or scientific, biological or sociological // New ideas in psychology. 1990. Vol. 8. P. 121–137.
123. *Butterworth G., Harris M.* Principles of developmental psychology. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale. 1994.
124. *Chalmers D. J.* The puzzle of conscious experience // Scientific Amer. 1995. Vol. 273. P. 62–68.
125. *Churchland P. S.* Neurophilosophy. Toward a unified science of the mind-brain. London. A Bradford Book. 1986.
126. *Clayton N. S., Krebs J. R.* Hippocampal growth and attrition in birds affectad by experience // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1994. Vol. 91. P. 7410–7414.
127. *Crick F., Koch C.* Why neuroscience may be able to explain consciousness // Scientific Amer. 1995. Vol. 273. P. 66–67.
128. *Deary I. J., Caryl P. G.* Neuroscience and human intelligence differences // TINS. 1997. Vol. 20. № 8. P. 365–371.
129. *Dennett C. D.* Darwin's dangerous idea. N. Y.: Simon & Schucter, 1995.
130. *Dewey J.* The early works, 1882–1898. London.: Southern Illinois Univ. Press, 1969.
131. *Edelman G. M.* Neural Darwinism: The theory of neuronal group selection. N. Y.: Basic, 1987.
132. *Elbert T., Pantev C., Wienbruch C., Rockstroh B., Taub E.* Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players // Science. 1995. Vol. 270. P. 305–307.
133. *Hahn M. E., Jensen C., Dudek B. C. eds.* Development and evolution of brain size. N. Y.: Academic Press, 1979.
134. *Hamburger V.* Anatomical and physiological basis of embryonic motility in birds and mammals // Studies on the development of behavior and the nervous system. Vol. 1. Behavioral embryology. Ed. G. Gottlieb. N.Y. & London: Acad. Press, 1973. P. 52–76.
135. *Heisenberg M.* Voluntariness (Willkurfahigkeit) and the general organization of behavior // Flexibility and constraint in behavioral systems. England: John Wiley & Sons Ltd, 1994. P. 147–156.
136. *Goldstein K.* The organism. N.Y., 1933.
137. *Gottlieb G.* Introduction to behavioral embryology // Studies on the development of behavior and the nervous system. Vol. 1. Behavioral embryology. Ed. G. Gottlieb. N.Y. & London: Acad. Press, 1973. P. 3–43.
138. *Gottlieb G. L., Corcos D. M., Jaric S.* Practice improves even the simplest movements // Exp. Brain. Res. 1988. Vol. 73. P. 436–440.
139. *Granit R.* The functional role of the muscle spindles — facts and hypotheses // Brain. 1975. Vol. 98. P. 531–556.
140. *Heit G., Smith M. E., Halgren E.* Neural encoding of individual words and faces by the human hippocampus and amygdala // Nature. 1988. Vol. 333. P. 773–775.
141. *Jerison H. J.* Evolution of the brain and intelligence. N. Y.: Academic Press, 1973.

142. *Kempermann G., Kuhn G. H., Gage F. H.* Experience-induced neurogenesis in the senescent dentate gyrus // The J. Neurosci. 1998. Vol. 18. № 9. P. 3206–3212.
143. *Kendrick K. M., Levy F., Keverne E. B.* Changes in the sensory processing of olfactory signals induced by birth in sheep // Science. 1992. Vol. 256. P. 833–836.
144. *Klopf A. H.* The hedonistic neuron. A theory of memory, learning, and intelligence. Washington: Hemisphere publ. Corporation, 1982.
145. *Koffka K.* Principles of gestalt psychology. N.Y., 1935.
146. *Maclean P. D.* The paranoid streak in man // Beyond reductionism. Boston: Beacon Press, 1969 (цит. по: Ch. Hampden-Turner. Maps of the mind. London: Mitchell Bearley Publishers Ltd, 1981).
147. *Milburn N.* Falling stereotypes and new cell models in neurobiology // Amer. Zool. 1990. Vol. 30. P. 507–512.
148. *Narayanan G. H., Fox M. W., Hamburger V.* Prenatal development of spontaneous and evoked activity in the rat (Rattus norvegicus albinus) // Behavior. 1971. Vol. 15. P. 100–133.
149. *Pedersen P. E., Blass E. M.* Prenatal and postnatal determinants of the first suckling episode in albino rats // Dev. Psychobiol. 1981. Vol. 15. P. 349–355.
150. *Perrett D. I., Oram M. W., Lorincz E., Emery N. E., Baker C.* Monitoring social signals arising from the face: studies of brain cells and behaviour // 8th world congress of IOP. Tampere. 1996. P. 201.
151. *Popper K. R., Eccles J. C.* The self and it's brain. Berlin: Springer, 1977.
152. *Procyk E., Tanaka J. L., Joseph J.-P.* Monkey cingulate neural activities related to a sequental problem solving task // Exp. J. Neurosci. 1998. Vol. 10. Suppl. 10. P. 86.
153. *Przybyslawski J., Sara S. J.* Reconsolidation of memory after its reactivation // Behav. Brain Res. 1997. Vol. 84. P. 241–246.
154. *Rauschecker J. P.* Compensatory plasticity and sensory substitution in the cerebral cortex // TINS. 1995. Vol. 18. P. 36–43.
155. *Reed E. S.* Neural regulation of adaptive behavior // Ecological Psychology. 1991. Vol. 1. P. 97–117.
156. *Roelfsema P. R., Engel A. K., Konig P., Singer W.* Visuomotor integration is associated with zero time-lag synchronization among cortical areas // Nature. 1997. Vol. 385. P. 157.
157. *Rosenzweig M. R., Bennett E. L.* Psychobiology of plasticity: effects of training and experience on brain and behavior // Behavioral Br. Res. 1996. Vol. 78. P. 57–65.
158. *Schacter D. L., Tulving E.* What are the memory systems of 1994? // Memory systems 1994. London: A Bradford Book, 1994. P. 2–35.
159. *Shvyrkov V. B.* Behavioral specialization of neurons and the system-selection hypothesis of learning // Human memory and cognitive capabilities. Amsterdam: Elsevier, 1986. P. 599–611.
160. *Smyth M. M., Morris P. E., Levy Ph., Ellis A. W.* Cognition in action. Lawrence erlbaum associates, Publishers. Hillsdale, 1987.
161. *Spinelli D. N.* Neural correlates of visual experience in single units of cats visual and somatosensory cortex // Frontiers in visual science. N. Y.: Springer, 1978. P. 674–688.
162. *Squire L. R.* Declarative and nondeclarative memory: multiple brain systems supporting learning and memory // Memory systems 1994. London: A Bradford Book, 1994. P. 203–235.

163. *Stein R. B.* Peripheral control ov movement // Physiol. Rev. 1974. Vol. 54. P. 215–243.
164. *Swadlow H. A., Hicks T. P.* Suthreshold receptive fields and baseline excitability of «silent» S1 callosal neurons in awake rabbits: contributions of AMPA kainate and NMDA receptors // Exp. Brain res. 1997. Vol. 115. P. 403–409.
165. *Tanaka K.* Neuronal mechanisms of object recognition // Science. 1993. Vol. 262. P. 685–688.
166. *Tolman E. C.* Purposive behavior in animals and men. N.Y., 1932.
167. *Tulving E.* Memory and consciousness // Canad. Psychol. 1985. Vol. 26. P. 1–12.
168. *Tulving E., Markowitsch H. J.* What do animal models of memory model? // Behav. Brain. Sci. 1994. Vol. 17. P. 498–499.
169. *Uexkull J. von.* A stroll through the worlds of animals and men // Instinctive behavior. N.Y., 1957. P. 5–80.
170. *Wall J. T.* Variable organization in cortical maps of the as an indication of the lifelong adaptive capacities of circuits in the mammalian brain // TINS. 1988. Vol. 11. P. 549–561.
171. *Ward B. C., Nordeen E. J., Nordeen K. W.* Individual variation in neuron number predicts differences in the propensity for avian vocal imitation // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1998. Vol. 95. P. 1277–1282.
172. *Weinberg R. J.* Are topographic maps fundamental to sensory processing? // Brain res. bulletin. 1997. Vol. 44. № 2. P. 113–116.
173. *Weiss S., Reynolds B. A., Vescovi A. L., Morshead C., Craig C. G., Kooy van der D.* Is there a neural stem cell in the mammalian forebrain // Trends in neurosci. 1996. Vol. 19. № 9. P. 387–393.
174. *Wilson M. A., McNaughton B. L.* Dynamics of the hippocampal ensemble code for space // Science. 1993. Vol. 261. P. 1055–1058.
175. *Zelena J.* The morphogenetic influence of innervation on the ontogenetic development of muscle-spindles // J. embriol experim morphol. 1957. Vol. 5. P. 284–292.

А. В. Брушлинский

Глава 3

Субъект деятельности и обратная связь

П. К. Анохин принадлежал к числу тех выдающихся физиологов, которые работали на стыке физиологии с психологией. Многие крупнейшие психологи отмечали его большой вклад в исследование физиологических оснований психики. Например, С. Л. Рубинштейн уже в 1946 г. в своем фундаментальном обобщающем труде «Основы общей психологии» следующим образом подытожил результаты физиологического изучения проблемы движения: «Учение об анатомо-физиологических механизмах движения получило в последнее время углубленную разработку в работах советских авторов (П. К. Анохин, Э. А. Асратян, Н. А. Бернштейн)» (Рубинштейн, 1999, с. 451).

С. Л. Рубинштейн имел в виду прежде всего исследования, посвященные процессу перестройки нервных импульсов и образованию *функциональных систем*. Эти исследования показали, что всякий моторный акт является «очень подвижной, легко перестраивающейся функциональной системой, включающей импульсы, связанные иногда с территориально различными участками. В построении этих функциональных систем центр и периферия взаимодействуют так, что выполнение моторного акта в значительной мере зависит от афферентации, которая корригирует и уточняет нервный импульс, сам по себе еще не определяющий однозначно моторного акта. Благодаря этому воздействию афферентации моторный акт может пластично приспособляться к изменяющимся внешним условиям» (там же). Легко видеть, что С. Л. Рубинштейн прямо использует здесь то понятие «функциональная система», которое П. К. Анохин предложил в 1937 г., и термин «центр и периферия в физиологии нервной деятельности», включенный в название известного сборника, опубликованного в 1935 г. под редакцией П. К. Анохина.

Сам П. К. Анохин справедливо полагал, что его теория функциональной системы направлена на изучение физиологических механизмов психики животных и даже человека, т. е. на сближение физиологии и психологии. Еще в 1947 г. в своей статье, включенной С. Л. Рубинштейном в состав сборника кафедры психологии МГУ «Вопросы восстановления психофизиологических функций» (Анохин П. К., 1947), П. К. Анохин, пожалуй, даже слишком резко подчеркивал: «...между классической

физиологией и психологией, которая является областью с наиболее комплексными процессами нервной системы, всегда существовала пропасть, к заполнению которой почти не делалось никаких попыток» (там же, с. 32). Одну из таких весьма значительных попыток он и предпринял, создавая свою во многом новаторскую теорию, развивающую дальше павловское учение о высшей нервной деятельности.

Со своей стороны отечественные психологи тоже шли на активное сближение с физиологией. Например, уже в 40-е годы они особенно тесно сотрудничали именно с теми физиологами, которые на основе и с учетом достижений тогда уже покойного И. П. Павлова и других выдающихся физиологов прокладывали новые пути в биологической науке: с Л. А. Орбели, П. К. Анохиным, Н. А. Бернштейном, И. С. Бериташвили, Э. А. Асратяном и многими другими. Однако на так называемой «павловской» сессии Академии наук и Академии медицинских наук в 1950 г. названные физиологи (кроме Э. А. Асратяна) были несправедливо, но сурово осуждены как противники павловского учения и сняты со всех постов. Тем легче было осудить за то же самое и сотрудничавших с ними психологов, что и сделали партийные «начальники» — тогдашние «генералы» от науки. Лишь после смерти Сталина (5 марта 1953 года) все эти «антипавловцы» — физиологи и психологи (С. Л. Рубинштейн и др.) — были постепенно восстановлены в правах и начали возвращаться к нормальной научной деятельности (подробнее см.: К 40-летию «павловской» сессии двух академий, 1990). В меру этого возобновлялось и научное сотрудничество физиологов с психологами.

В июле 1955 г. в Москве состоялось первое «послесталинское» Всесоюзное совещание психологов (Материалы Совещания по психологии, 1957), на которое из физиологов был приглашен прежде всего уже тогда «реабилитированный» П. К. Анохин. Это было его первое выступление перед столь авторитетным собранием психологов. В своем докладе он обобщил многолетние исследования афферентного аппарата условного рефлекса и раскрыл его значение для психологии. По его мнению, закономерное соотношение между добавочным афферентным комплексом условного возбуждения и обратной афферентной импульсацией от безусловного раздражителя характеризует суть того, что он назвал акцептором действия. Эта глубоко раскрытая им *физиологическая закономерность* получила в его докладе предельно широкое обобщение: «...наличие добавочного афферентного комплекса при любом нашем действии является *единственной* и *универсальной* причиной, предупреждающей нас от ошибок или позволяющей нам исправить уже допущенные нами ошибки» (там же, с. 121–122) (выделено мной. — *А. Б.*).

П. К. Анохин справедливо отмечал, что столь существенная закономерность в силу ее решающего значения для поведения животных и людей не могла ускользнуть от внимания исследователей, которые

в разное время и в различной форме сталкивались с необходимостью ее расшифровки. Примером является прежде всего введенное И. П. Павловым понятие подкрепления. «Именно благодаря дополнению рефлекса подкреплением в учении об условных рефлексах было дано коренное преобразование рефлекторной теории Декарта» (там же, с. 122). П. К. Анохин приводил и другие примеры, причем не только из физиологии, но и из психологии (что особенно важно для темы нашей статьи). Это прежде всего известный «закон эффекта» Э. Торндайка; теория установки, созданная Д. Н. Узнадзе и его сотрудниками; психологическое понятие значимости; теория представления как фактора, направляющего поведение животных (И. С. Бериташвили); такие термины, как предвосхищение, намерение и т. д.

Таким образом, П. К. Анохин прекрасно понимал, что систематически изученная им закономерность (обратная афферентация, акцептор результатов действия и т. д.) в той или иной форме исследовалась до него либо одновременно с ним другими учеными, в частности, психологами. Поэтому новизну своей теории он видел в том, что ему удалось дать *физиологическую* «расшифровку» указанной закономерности. Более того, он специально отметил: «с самого начала работ нашей лаборатории в этом направлении (1932) мы отказались от психологических обозначений этих особенностей высшей нервной деятельности» (там же). Данное обстоятельство, по-видимому, лучше всего объясняет тот факт, что П. К. Анохин довольно редко и как бы даже неохотно соотносил свою теорию с психологическими теориями, понятиями и экспериментами. Например, в его солидном итоговом однотомнике (Анохин П. К., 1975) предметный и именной указатели почти совсем не содержат психологических терминов и персоналий.

Развернутое соотнесение анохинской физиологии с психологией необходимо и полезно прежде всего для «самосознания» всей в целом физиологической теории функциональной системы и вообще для лучшего взаимопонимания между психологами и физиологами. Особенно важно такое сопоставление в контексте кибернетики, «реабилитированной» у нас в 1955 г. П. К. Анохин многократно и справедливо писал о том, что экспериментально изученная им и его сотрудниками система фактов, обобщенная в понятиях акцептора действия, обратной афферентации и т. д., во многом стала глубоким предвосхищением того, что Н. Винер впоследствии назвал обратной связью (подробнее см. дальше). П. К. Анохин полагал, что понятие обратной связи является «душой кибернетики» (Анохин П. К., 1978, с. 263). Для него это понятие было неразрывно соединено с *целью* и прежде всего с оригинально развитой им павловской идеей о «рефлексе цели» (там же, с. 292 и след.), что, по его мнению, открывало большие возможности для изучения целостности, *интегральности* всей деятельности головного *мозга*. Здесь с необходи-

мостью особенно органично начинают взаимодействовать друг с другом психология человека и физиология.

Дело в том, что цель в строгом смысле этого слова специфична только для людей (но не для животных, автоматов и т. д.), поскольку она всегда осознана, а сознание присуще лишь человеку. (Я понимаю, что многие специалисты не согласны с такой трактовкой цели.) Когда физиологи (в том числе П. К. Анохин) так глубоко и ярко раскрывают важнейшую роль цели в поведении *животного*, они по существу имеют в виду *предвосхищение* живыми существами некоторых биологически значимых для них событий в ближайшем будущем. Например, простейшие условные рефлексы у рыб уже являются такими предвосхищениями. Однако не всякое предвосхищение есть цель, хотя последняя всегда включает в себя определенный тип предвосхищения. Цель — это важнейшее качество человека как субъекта, т. е. она сразу же предполагает субъекта, который и обеспечивает высший уровень интегральности нервной системы и всех вообще систем человека. Поэтому необходимо теперь хотя бы кратко рассмотреть психологическую проблематику субъекта.

* * *

Изучая психическую жизнь людей в неразрывном единстве природного и социального, психология необходимо является важнейшим связующим звеном между всеми основными тремя группами наук: общественно-гуманитарными, естественными и техническими. В своей онтологии, методологии, теории и практике реального исследования она содержит и раскрывает наиболее существенные типы целостности природного и социального и способы их системного изучения. Более всего это относится к общей психологии как единой основе всех ветвей психологической науки: психогенетики, психофизиологии, нейропсихологии, психофизики, психологии личности, когнитивной, социальной, исторической, экономической, инженерной и т. д. психологии. Целостность, единство и системность так понимаемой общей психологии обеспечиваются, следовательно, прежде всего ее онтологией. Онтологическим исходным основанием этой науки является ее объект — человек. Он объективно выступает (и, следовательно, изучается) в системе бесконечно многообразных противоречивых качеств. Важнейшее из них быть субъектом, т. е. творцом своей истории, вершителем своего жизненного пути: инициировать и осуществлять изначально практическую деятельность, общение, поведение, познание, созерцание и другие виды специфически человеческой активности — творческой, нравственной, свободной (Абульханова-Славская К. А., 1973, 1991; Брушлинский А. В., 1996; Психологическая наука в России XX столетия, 1997; Рубинштейн С. Л., 1997, 1999).

В самом полном и широком смысле слова субъект — это все человечество в целом, представляющее собой противоречивое системное

единство субъектов иного уровня и масштаба: государств, наций, этносов, общественных классов и групп, индивидов, взаимодействующих друг с другом.

Гуманистическая трактовка человека как субъекта противостоит пониманию его как пассивного существа, отвечающего на внешние воздействия (стимулы) лишь системой реакций, являющегося «винтиком» государственно-производственной машины, элементом производительных сил, продуктом (т. е. только объектом) развития общества. Такое антигуманистическое понимание человека, характерное для идеологии и практики тоталитаризма (в частности, для сталинизма и неосталинизма), до сих пор сохраняется — часто неосознано — во многих (но не во всех) широко распространенных у нас теориях. Их позитивное преодоление — одна из задач, решение которой необходимо для дальнейшего исследования всей фундаментальной проблемы субъекта (индивидуального, группового и т. д.).

В психологической науке данная проблема наиболее глубоко разработана в трудах С. Л. Рубинштейна, Д. Н. Узнадзе, отчасти Б. Г. Ананьева и некоторых представителей гуманистической психологии.

Человек как субъект — это *высшая* системная *целостность* всех его сложнейших и противоречивых качеств, в первую очередь психических процессов, состояний и свойств, его сознания и бессознательного. Такая целостность формируется в ходе исторического и индивидуального развития людей. Будучи изначально активным, человеческий индивид однако не рождается, а становится субъектом в процессе общения, деятельности и других видов своей активности. На определенном этапе жизненного пути всякий ребенок становится личностью, а каждая личность есть субъект (хотя последний, как мы видели, не сводится к ней) (Психологическая наука в России XX столетия, 1997).

Это соотношение детально изучается прежде всего с позиций субъектного (в частности, субъектно-деятельностного) подхода в ходе теоретических и экспериментальных исследований взаимосвязей *личностного* и *процессуального* аспектов мышления (Абульханова-Славская К. А., 1973; Брушлинский А. В., 1996; Психологическая наука в России XX столетия, 1997; Рубинштейн С. Л., 1997). Показано, что именно личность и группа индивидов являются субъектами мышления как деятельности и как процесса. Вместе с тем стало ясно, что последний, функционируя в основном на уровне бессознательного, отчасти осуществляется относительно автономно и управляется, контролируется субъектом лишь косвенно, опосредствованно — через систему целей, осознаваемых мотивов, эмоций и т. д. Многоуровневая взаимосвязь сознательного и бессознательного — одна из наиболее актуальных и трудных проблем психологии субъекта.

Следовательно, вопреки распространенным точкам зрения субъектом является не психика человека, а человек, обладающий психикой, не те

или иные психические свойства, формы активности и т. д., а сам человек, осуществляющий деятельность, поведение, общение и т. д.

Проблема субъекта является общей для многих общественных, гуманитарных, отчасти биологических и технических наук. В психологии она имеет свою специфику, раскрываемую с позиций субъектного подхода. При таком подходе наиболее существенно прежде всего то, что психика есть важнейшее качество именно человека как субъекта деятельности, общения и т. д.

Психическое объективно существует только как субъективное, т. е. принадлежащее субъекту — индивиду, различным общностям людей, всему человечеству. Психология изучает, как, зачем и почему индивид и индивиды формируют и развивают в ходе деятельности, общения и т. д. психическое как непрерывный (недизъюнктивный) познавательно-аффективный процесс в соотношении с его прерывными результатами (образами, понятиями, умственными действиями и операциями, чувствами, обычаями, материальными продуктами производства и т. д.). Другие науки (гносеология, логика, социология, этнология и т. д.) в отличие от психологии исследуют эти результаты и продукты в абстракции от такого процесса и, значит, отчасти *в абстракции от субъекта,* с которым они *наиболее* глубоко связаны именно через психический процесс.

Данный процесс — живой, и потому он существует и изучается лишь у *живого* субъекта (что совершенно не обязательно для логики и многих других смежных наук). Следовательно, субъект, осуществляющий психическое как процесс, — это всегда и во всем неразрывное живое единство природного и социального. В психике человека нет ничего, что было бы только природным, но не социальным, или только социальным, но не природным; вопреки широко распространенной точке зрения, даже на *высших* этапах духовного развития личности психическое не перестает быть природным и не становится «чисто» социальным. Оно сохраняет в себе их органическое единство, поскольку эти высшие уровни природного возникают и эволюционируют лишь в ходе антропогенеза, а затем на соответствующих стадиях исторического и индивидуального развития людей.

Природное и социальное — это не два компонента психики человека, а единый субъект с его живым психическим процессом саморегуляции всех форм активности людей. Такова онтологическая очень общая основа для развития единой психологической науки, дифференцирующейся на интегрируемые в ней психогенетику, психофизиологию, психофизику, психологию личности, социальную психологию, инженерную, когнитивную и т. д. (эта интеграция пока еще совершенно недостаточна).

В указанном контексте общая психология и психология личности изучают индивидов в целостности их психической жизни, раскрывая прежде всего ее *общечеловеческие* качества и свойства. На этой основе

социальная и этническая психология исследуют более конкретные — *типологические* — особенности индивидов как представителей конкретной исторической эпохи, этноса, общественной группы, класса и т. д. Историческая психология изучает *развитие* психики людей в ходе качественных изменений общества на переломе решающих событий.

Стало быть, во всех случаях предметом психологии становится *субъект* в непрерывном *процессе* функционирования и развития его психики.

Субъектом, как уже говорилось, является не психика человека, а человек, обладающий психикой, не те или иные его психические свойства, виды активности и т. д., а сам человек — общающийся, деятельный и т. д. Альтернативной (т. е. анти-субъектной) по отношению к данной позиции остается издавна и до сих пор широко представленная точка зрения, согласно которой деятельность носит безличный характер, т. е. по существу является бессубъектной или даже сама становится субъектом, как бы «захватывая» отдельных индивидов и заставляя их вести себя определенным образом.

Еще В. Гумбольдт — один из выдающихся мыслителей и основоположников философии языка, — рассматривая последний в качестве деятельности, полагал, что не люди овладевают языком, а язык овладевает людьми. Тем самым универсум социальной деятельности начинает выступать уже не как приналежащий массам людей атрибут, даже если они составляют большие организации. Напротив, сами люди принадлежат деятельности, включены в нее как материал либо как элементы наряду с машинами, вещами, знаками, социальными организациями и т. д.

Эта точка зрения является анти-субъектной или не-субъектной потому, что в виде субъекта для нее выступают не человек, не люди, а лишь определенные их качества, например, как мы видели, деятельность, различные психические процессы и функции и т. д.

Очень остро и более конкретно данная проблема разрабатывается теперь в развитие идущей тоже от В. Гумбольдта общей идеи о том, что в самой структуре языка воплощено определенное воззрение на мир, т. е. различия языков по их структуре связаны с национальными различиями миросозерцания. Но если разные языки представляют собой соответственно различные «картины мира» и миропонимание, вообще познание мира людьми детерминируется их родным языком, то тогда, очевидно, главную роль в познавательной деятельности играет именно этот последний, а не использующий его субъект, практически и чисто умственно взаимодействующий с познаваемым объектом. Именно такова известная позиция Б. Уорфа и его продолжателей, по мнению которого в процессе познания мы расчленяем, рассекаем природу по линиям, предписанным родным языком.

Не подлежит, конечно, сомнению, что язык и речь являются одним из существеннейших условий человеческого познания и прежде всего

мышления. Язык создается в ходе длительной истории народом, т.е. субъектом, и усваивается как историческая данность с момента рождения каждым ребенком, т. е. тоже субъектом. И язык, и речь, и познание являются различными видами активности одного и того же субъекта, а потому инициируются, осуществляются и координируются друг с другом именно в субъекте и субъектом в ходе его взаимодействия с миром.

Для их взаимной координации очень существенно, в частности, соотношение относительно *стабильного* и *изменяющегося* уровней, компонентов и т. д. в каждом из этих видов активности, поскольку оно обеспечивает соответствующий способ взаимосвязи между человеком и миром. При всей его исторической изменчивости создаваемый и усваиваемый людьми язык развивается несравнимо медленнее, чем мышление, которое всегда как бы обгоняет его, используя более лабильную по сравнению с ним речь.

Предельно лабильным, гибким и пластичным является мышление как непрерывный (недизъюнктивный) процесс, который тем самым — в отличие от мышления как деятельности — обеспечивает *максимально оперативный* контакт субъекта с познаваемым объектом. Отсюда следует, что язык с его грамматическими функциями, играющий, конечно, существенную роль в развитии мышления, все же не детерминирует его в том смысле, о котором писал Б. Уорф, по-прежнему, оказывающий большое влияние на психолингвистику и психологию. Мыслит не язык, а субъект, создающий и усваивающий язык как одно из важнейших условий мышления.

Та же проблема, хотя и в иной форме, очень остро встает в отношении речи и ее роли в познавательной деятельности субъекта, поскольку речь представляет собой использование общающимся и мыслящим индивидом средств языка, созданного народом. В ходе разработки данной проблемы тоже нередко происходит подмена субъекта одним из видов его активности — речью, рассматриваемой как система знаков.

Сторонники широко распространенного теперь знакового (знакоцентристского) подхода, справедливо придавая речи очень важное значение в психическом развитии людей, вместе с тем все же абсолютизируют ее, недооценивая или даже отвергая фундаментальную роль исходных *сенсорно-практических* контактов с миром общающегося ребенка (его изначально практической деятельности) как первичного условия усвоения речи.

Для субъектно-деятельностной парадигмы возникновение и формирование речи у детей в процессе общения вначале решающим образом зависят от этой сенсорики и практики; последние лишь на дальнейших этапах психического развития человека, т. е. уже вторично испытывают на себе все более сильное влияние речи по мере овладения ею субъектом. Если же указанные начальные наглядно-действенные предпосылки

освоения речи недостаточно учитываются, то возникает нежелательная возможность рассматривать речь в качестве *самодовлеющего,* самодостаточного и потому главного фактора (демиурга) психического развития ребенка, вообще человека. И тогда речь субъекта может подменить его самого.

Особенно часто это происходит тогда, когда мышление понимается как функция речи. Так, согласно широко распространенной точке зрения, закрепленной даже в «Психологическом словаре» (Психологический словарь, 1996, с. 335), речь выполняет не одну, а две функции — коммуникативную (что бесспорно) и мыслительную (что едва ли соответствует действительности), поскольку мышление — это функция субъекта, а не одной лишь речи.

Многообразные виды и уровни активности субъекта образуют целостную систему внутренних условий, через которые только и действуют на него любые внешние причины, влияния и т. д. Например, в экспериментах, проведенных учениками и последователями С. Л. Рубинштейна, показано, что внешняя причина (подсказка экспериментатора) помогает испытуемому решать мыслительную задачу лишь в меру сформированности внутренних условий его мышления, т. е. в зависимости от того, насколько он самостоятельно продвинулся вперед в процессе анализа и синтеза решаемой задачи. Если это продвижение незначительно, испытуемый не сможет адекватно использовать помощь извне, со стороны другого человека. И наоборот, если он глубже и правильнее анализирует проблемную ситуацию и задачу, он становится более подготовленным к пониманию и принятию данной извне подсказки.

Итак, отчетливо выступает активная роль внутренних условий, опосредствующих все внешние воздействия и тем самым определяющих, какие из внешних причин участвуют в едином процессе детерминации всей жизни субъекта. В таком смысле *внешнее, действуя только через внутреннее, существенно зависит от него.* Следовательно, для С. Л. Рубинштейна и его школы нет противопоставления и альтернативы между двумя формулами детерминизма: 1) внешнее через внутреннее и 2) внутреннее через внешние (Брушлинский А. В., 1996, с. 200).

В этом проявляется своеобразная диалектика умственного развития субъекта, вообще его самоопределения: чем ближе сам индивид подошел к успешному решению задачи, тем, казалось бы, ему меньше нужна помощь извне, но и тем легче ее реализовать; и наоборот, чем дальше он находится от верного решения, тем больше ему необходима помощь со стороны, но тем труднее ему ее использовать. Данный *парадокс саморазвития* объясняется и разрешается благодаря непрерывному взаимодействию общественного и индивидуального в ходе формирования психики человека. Например, помощь со стороны (в виде подсказок и т. д.) открывает возможность индивиду ответить на вопрос, который он

12 Зак. 282

уже *сам себе* поставил. Это одно из проявлений тех внутренних условий как основания развития, через которые преломляются все внешние воздействия.

При объяснении любых психических явлений личность выступает как целостная система таких внутренних условий, необходимо и существенно опосредствующих все внешние причины (педагогические, пропагандистские и т. д.). Иначе говоря, не личность низводится до уровня якобы пассивных внутренних условий (как иногда думают), а, напротив, последние все более формируются и развиваются в качестве единой многоуровневой системы — личности, вообще субъекта. Формируясь и изменяясь в процессе развития, внутренние условия обусловливают тот специфический круг внешних воздействий, которым данные явление, процесс и т. д. могут подвергнуться. Отсюда важнейшая роль собственной деятельности, вообще активности всех людей в процессе их воспитания и обучения.

Любая личность может быть объектом подлинного воспитания лишь постольку, поскольку она вместе с тем является субъектом этого воспитания, все более становящегося самовоспитанием. Конечно, формирование личности осуществляется в процессе усвоения всей человеческой культуры, но такое усвоение не отрицает, а, напротив, предполагает самостоятельную и все более активную деятельность (игровую, учебную, трудовую и т. д.) каждого ребенка, подростка, юноши, взрослого и т. д.

Учебная деятельность детей обычно не требует высшего уровня самостоятельности и творчества, характерных для тех, кто делает научное или художественное открытие. В этом смысле ученик и ученый принципиально отличаются друг от друга. Ученик не может открывать истины для человечества, но уже известные другим знания он должен *открыть* или *переоткрыть* для себя. Иначе усвоение культуры будет очень поверхностным и формальным, хотя по сути своей оно является своеобразным открытием.

Приведем очень яркий пример такого переоткрытия. Мальчик 5 лет, уже хорошо знавший числа и цифры в пределах первых двух десятков, тем не менее несмотря на неоднократные объяснения взрослых долго не мог научиться определять время по часам (настенным с очень простым и четким циферблатом). Он даже начал стыдиться этого своего недостатка. Например, когда мама при посторонних просила его пойти в другую комнату (где висели часы) и узнать время, он, возвратившись, шепотом говорил ей на ухо, где находятся большая и маленькая стрелки. На основе столь точных сведений мама определяла, сколько сейчас времени. Но однажды вечером перед сном, когда он уже лежал в кровати, его вдруг осенило: без двадцати девять — это значит до девяти часов не хватает двадцати минут, а двадцать минут десятого означает, что после девяти часов прошло еще двадцать минут, и т. д. Он сразу понял общую идею, тут же позвал маму и на всякий случай попросил ее подтвердить, так ли это. Данный пример из реальной жизни убедительно показывает, что даже маленькие дети делают очень важные для себя открытия (в частности, в форме явного инсайта).

Следовательно, маленький ребенок и большой ученый — при всех огромных принципиальных различиях между ними — все же подчиняются *единым* закономерностям психического развития субъекта и его мышления. Это прежде всего закономерности *элементарных* психических процессов и свойств, являющиеся тем самым наиболее *общими* и потому действующими на всех уровнях умственного развития. Ребенок — тоже первооткрыватель (в простейшем смысле слова), хотя он в процессе обучения усваивает то, что давно и хорошо известно человечеству, и делает это с помощью и под руководством взрослых, старших товарищей и сверстников. Помощь детям со стороны — необходима, но недостаточна. Она, как мы видели, действует не прямо, а только опосредствованно через внутренние условия того, кому она оказывается; и лишь в меру этой его собственной активности может быть использована.

Благодаря столь существенным внутренним условиям осуществляется непрерывная взаимосвязь между человеком и миром и вместе с тем создается как бы психологическая самозащита от неприемлемых для данного субъекта внешних воздействий (видов помощи и т. д.). В ходе саморазвития он весьма по-разному восприимчив к различным влияниям извне, а потому не «всеяден», хотя и не беззащитен. В таком смысле детский и подростковый негативизм — при всех его отрицательных свойствах — может иметь и некоторое положительное значение, обеспечивая в необходимых случаях временную защиту от нежелательных внешних воздействий, в частности, от помощи со стороны взрослых и сверстников.

Педагогическая, морально-психологическая и т. д. помощь всегда необходима и полезна ребенку, но она может способствовать его саморазвитию лишь при вышеуказанных строго определенных условиях.

* * *

Теперь, после того как мы вкратце проанализировали психологию субъекта, вернемся к вопросу о том, как люди на основе целей своей познавательной деятельности антиципируют те или иные события ближайшего будущего.

Когда человек решает мыслительную задачу, он тем самым хотя бы в минимальной степени предвосхищает (прогнозирует) искомое будущее решение. Чтобы раскрыть специфику такого прогнозирования, рассмотрим простейший и исходный способ составления прогноза, например предсказание солнечного затмения.

На основе соответствующей теории астроном производит необходимые вычисления и в результате предсказывает время и место затмения.

Здесь прогноз выступает в четко фиксированном виде и может быть эмпирически проверен простым восприятием предвосхищаемого события (затмения), когда последнее произойдет. Этот вид предвосхищения мы будем обозначать термином «предвидение» (в отличие от собственно прогнозирования как процесса), поскольку здесь проверка предсказания сводится к тому, чтобы увидеть предсказанное событие. Таков простейший и наиболее изученный способ предвосхищения будущего. Здесь прогноз выступает как результат мыслительного процесса, сведенного к минимуму.

Иное дело, когда человек только еще усваивает, открывает для себя метод такого прогнозирования. Тогда мышление как процесс выражено в максимальной степени. Теперь в качестве прогнозируемого искомого выступают не только свойства познаваемого материального объекта (например, Солнца), но отчасти и сам мыслительный процесс, с помощью которого осуществляется познание этого объекта. Только в таких случаях мысленное предвосхищение, или прогнозирование, представляет собой наиболее развернутый процесс.

Проблема предвосхищения давно и успешно изучается в психологии мышления, по крайней мере, начиная с 10–20-х годов нашего века. Вместе с тем в этой проблеме остается еще много недостаточно исследованных аспектов. К их числу принадлежит прежде всего вопрос о том, какую роль играют обратные связи в вышеуказанном процессе мысленного прогнозирования.

Обратная связь обычно рассматривается как всеобщий «механизм» управления, регуляции, вообше детерминации. Сфера ее действия распространяется и на мышление (прежде всего на процесс формирования мыслительной деятельности в ходе обучения). Необходимо теперь выяснить, действительно ли обратная связь играет столь существенную роль в детерминации мышления.

Напомним сначала содержание исходного и основного понятия обратной связи, разработанного основоположником кибернетики и его многочисленными последователями. По мнению Н. Винера, в сознательной деятельности исключительно важным фактором выступает явление, которое в технике получило название обратной связи. Суть этого явления состоит в следующем: «Когда мы хотим, чтобы некоторое устройство выполняло заданное движение, разница между заданным и фактическим движением используется как новый входной сигнал, заставляющий регулируемую часть устройства двигаться так, чтобы фактическое движение устройства все более приближалось к заданному» (Винер Н., 1968, с. 50). В качестве примеров приводятся корабельная рулевая машина, движение руки, поднимающей карандаш и т. д.

Совершенно очевидно, что обратная связь есть такой способ управления, который изначально основан на заранее заданных, сигнальных

признаках. Исходя из этого, можно сказать, что принцип обратной связи реализует принцип сигнальности. Поэтому весь наш последующий анализ первого из этих принципов есть также и анализ второго. В этом смысле обратная связь является однозначной и непосредственной. Ее непосредственность наиболее отчетливо обнаруживается в технике, например в чисто механическом характере однозначных взаимосвязей между управляющей и управляемой частями системы. Эта непосредственность столь же отчетливо выступает и в психофизиологии, например, в наглядно-чувственной форме тех признаков, с учетом которых однозначно регулируются движение рук, тела и т. д.

По мнению П. К. Анохина, Н. А. Бернштейна, Н. Винера и других первооткрывателей обратных связей, эти последние представляют собой взаимосвязи между функционированием какой-либо системы и его результатами: «информация» о результатах предыдущих действий включается в число условий, от которых зависит следующее действие. «Обратная связь есть метод управления системой путем включения в нее результатов предшествующего выполнения ею своих задач» (Винер Н., 1958, с. 71). Поскольку любая деятельность и вообще любое функционирование приводит к результатам, могущим повлиять на последующий ход событий, то обычно представляется, что механизм обратных связей (т. е. связей данной операции с ее результатом) — это основной и всеобщий способ детерминации всех явлений, процессов и т. д. По той же причине кибернетика как учение об обратных связях чаще всего рассматривается в качестве наиболее общей концепции причинности, регуляции, управления, детерминации.

В действительности же вышеуказанная традиционная кибернетическая трактовка обратных связей *специфична не для любых,* не для всех типов взаимоотношений между различными процессами и их результатами, а лишь для строго определенных взаимоотношений между ними: непосредственных, однозначных, заранее заданных, наглядно-чувственных, сигнальных и т. д. Обратные связи представляют собой чувственно-наглядное, непосредственное соотнесение или сличение 1) заранее заданных, желаемых, конечных и 2) фактически достигнутых, промежуточных, текущих (а не вообще любых) результатов. Желаемое, вообще предвидимое выступает изначально с большой определенностью в таких сформировавшихся актах, как ходьба, наливание воды в стакан из графина (известный пример П. К. Анохина) и др., в регуляции которых решающая роль действительно принадлежит обратным связям — наглядным, сигнальным, непосредственным и т. д.

Таким образом, в кибернетике обратная связь характеризуется как непосредственная (наглядно-чувственная, однозначная, сигнальная, механическая и т. д.). Что же касается научного, теоретического мышления, то оно, как известно, всегда является опосредствованным. Мышление

возникает на основе практической деятельности, отправляясь от чувственного познания, и далеко выходит за его пределы, т. е. за пределы непосредственно данного, наглядного содержания. Мыслительная деятельность всегда опирается на ощущения, восприятия и представления, но никогда не сводится к ним.

На основе высших уровней анализа и синтеза мышление приходит к теоретическому обобщению. В последнем используются данные чувственной генерализации и эмпирического обобщения, но оно не сводится к ним. Каким бы отвлеченным ни было теоретическое мышление, оно никогда не порывает связей с практикой. Однако его органическая связь с практикой носит гораздо более сложный характер, чем связь эмпирического обобщения, вышеупомянутого предвидения и т. д. Благодаря четкой фиксированности результаты предвидения легко поддаются эмпирической проверке на основе обратных связей.

Однако проблема (само)регуляции становится бесконечно более сложной в случае *мыслительного* процесса, специфического для теоретического, опосредствованного познания. Теперь в качестве «желаемого» выступает прежде всего прогнозируемое искомое (будущее решение), которое в течение длительного периода времени остается в значительной степени неизвестным и потому не столь определенным, как в случае предвидения. Такая «неизвестность» искомого означает, что даже в ходе его постепенного и (или) скачкообразного прогнозирования оно до последней стадии мыслительного процесса не может быть найдено и зафиксировано с предельной отчетливостью.

В противоположность этому исходный и простейший механизм обратных связей изначально предполагает четкую фиксацию желаемого (как *заранее* заданного) на конечных и промежуточных стадиях регулируемого акта (например, ходьбы). Без такого своеобразного эталона невозможно непосредственное сличение, соотнесение желаемых и фактически достигнутых результатов. Чтобы что-то с чем-то сличать, нужно заранее иметь это последнее в форме однозначно определенного образца, масштаба, критерия и т. д.

Таким образом, механизм обратных связей непосредственно основан на изначальной заданности эталона, заранее устанавливающего способ прямого сравнения промежуточных и конечных состояний регулируемого процесса. Уже здесь обнаруживается принципиальное различие между типами детерминации: 1) обратной связью и 2) более сложными видами саморегуляции, лежащими в основе развития, которое осуществляется безотносительно к любому заранее установленному масштабу, эталону, критерию и т. д. Это существенное различие мы рассмотрим тоже на примере саморегуляции мышления.

Мышление как процесс и вообще творчество объективно необходимы прежде всего потому, что на первых и на многих последующих

стадиях данной мыслительной деятельности для субъекта полностью или почти полностью неизвестно искомое. В начале мыслительного процесса искомое может предвосхищаться, прогнозироваться лишь в самой незначительной степени. Здесь еще не существует в строгом смысле слова «конечной ситуации» или «конечного состояния» мышления. И потому в принципе невозможно телеологически определять только начавшийся, еще не осуществленный процесс решения задачи через его отношения к «конечной ситуации» или «конечному состоянию».

Тем не менее многие современные психологические теории явно или неявно основаны на той предпосылке, что мыслительный процесс решения задачи можно и нужно заранее определять прямо и непосредственно только через отношение к такой «конечной ситуации», или «конечному состоянию» мышления. Покажем это на простейшем примере, который приводил У. Рейтман, когда он строил свою известную и отчасти до сих пор правильную классификацию проблем с учетом «трехкомпонентной» структуры задачи: 1) начальное состояние, 2) конечное состояние и 3) операция, преобразующая начальную ситуацию в конечную. Один из типов проблем Рейтман иллюстрирует с помощью известной задачи-шутки «Как свиное ухо превратить в шелковый кошелек». «С точки зрения здравого смысла как начальное, так и конечное состояния достаточно хорошо определены в том смысле, что “шелковый кошелек” и “свиное ухо” указывают недвусмысленные классы реально существующих объектов» (Рейтман У., 1968, с. 187)

На наш взгляд, здесь требуется существенное уточнение. Чтобы в данном случае определить «конечное состояние» мыслительного процесса решения задачи, действительно необходимо понимание такого класса объектов, как шелковый кошелек. Этого, однако, совершенно недостаточно для психологической характеристики такого процесса (и, в частности, для определения его «конечного состояния»). Само по себе необходимое указание на тот объект, который должен быть получен в результате решения задачи (шелковый кошелек), вовсе еще не является собственно психологической квалификацией искомого, будущего, пока неизвестного решения, вообще «конечного состояния» данного мыслительного процесса.

Конечная стадия, или конечное состояние, мыслительного процесса решения задачи не есть лишь логически-предметная характеристика познаваемого объекта. Эта стадия включает в себя прежде всего те психические новообразования (новые мотивы и способы анализа, синтеза и обобщения), которые возникают и развиваются на основе цели мышления по ходу решения задачи в процессе все более углубленного познания субъектом объекта. Следовательно, в данном конкретном случае «конечное состояние» мышления и вообще искомое — это не сам по себе шелковый кошелек (он уже заранее известен из первоначальной

формулировки задачи), а вначале не известные субъекту мышления способы преобразования одного объекта (свиное ухо) в другой (кошелек). Конечное состояние мыслительного процесса психологически охарактеризовано здесь в такой же минимальной степени, как и вообще в исходной формулировке любой другой задачи любого типа. Думать иначе — значит ошибочно отождествлять исходное *требование* задачи (в котором сразу и прямо говорится о шелковом кошельке) и *искомое* (т. е. вначале неизвестный способ получения такого кошелька). Цель мыслительной деятельности неразрывно связана и с тем, и с другим, но не сводится к ним.

Всякая задача потому и является таковой для данного индивида, что ему вначале неизвестны способы ее решения, т. е. он должен в процессе мышления самостоятельно их найти. В этом смысле любое мышление всегда является (хотя бы в минимальной степени) продуктивным, творческим, самостоятельным, открывающим нечто существенно новое для данного индивида. Поэтому семантически избыточны любые термины типа «*творческое* мышление», «*продуктивное* мышление» и т. д.

При таком понимании мышления становится ясно, что в мыслительном процессе решения задачи или проблемы не может быть заранее заданных, изначально полностью предопределенных сигнальных, наглядно-чувственных и т. п. признаков, ориентиров или «стимулов», которые однозначно, прямо и непосредственно детерминировали бы познавательную деятельность субъекта. В процессе теоретического мышления человек выходит далеко за пределы наглядно-чувственных свойств объекта, не только заранее заданных, но и тех, которые он сам открывает по ходу решения задачи. Наглядно-чувственные признаки, конечно, используются в процессе управления и самоуправления, вообще детерминации мышления, но при этом еще большее значение имеет понятийное содержание познаваемого объекта, которое по мере его раскрытия субъектом играет решающую роль в саморегуляции познавательной деятельности. Поэтому обратная связь, т. е. непосредственная и однозначная связь между заранее заданными наглядно-чувственными, сигнальными и т. п. признаками, не может быть главным, а тем более единственным фактором в процессе самоуправления мышлением.

Мышление объективно выступает как процесс (т. е. как нечто формирующееся, становящееся, динамичное и т. д.) прежде всего в силу следующего обстоятельства. Когда человек начинает осуществлять познавательную, вообще творческую, деятельность, например, когда он начинает формулировать и решать мыслительную задачу (проблему), то он почти совсем не знает, как конкретно будет протекать его деятельность, поскольку решение обдумываемой им задачи вначале еще неизвестно (оно может лишь прогнозироваться в минимальной степени).

Таким образом, будущий продукт познавательной деятельности вначале не известен, т. е. отсутствует[1], и его невозможно сразу же получить. Но вместе с тем он необходим для последующей деятельности. Противоречие между обоими этими крайними полюсами разрешается в процессе формирования (в частности, прогнозирования) психических новообразований, представляющих собой искомое и, наконец, найденное решение определенной задачи или проблемы. Вот почему психическое как процесс является формирующимся, а не изначально готовым или заранее заданным.

Изначальная незаданность формирования мышления и прежде всего отсутствие заранее известного результата мыслительного процесса означают в первую очередь отсутствие предопределенного наглядного эталона мыслительной деятельности, с которым можно было бы непосредственно и однозначно сопоставлять промежуточные результаты формирующего процесса. Всякий эталон по происхождению и по определению является материальным или материализованным. Самым ярким примером может служишь операция измерения, т. е. прямого и непосредственного сопоставления измеряемого с соответствующим однозначным образцом, мерилом, эталоном и т. д. Наши эксперименты показали, что такого эталона нет в мыслительном процессе решения задач (Брушлинский А. В., 1996). Мышление как процесс формируется в ходе непрерывного — постепенного и (или) скачкообразного — прогнозирования субъектом вначале неизвестного и потому искомого будущего решения проблемы. По мере такого прогнозирования образуются изначально не данные критерии для самооценки каждой новой возникающей мысли; они не сводятся к вышеуказанным эталонам, подобно тому как мышление в целом нельзя свести к наглядно-чувственному познанию. На основании всего сказанного теперь можно сделать следующее обобщение: обратные связи — это существенный, специфический механизм не любого, а лишь сигнального взаимодействия животного и человека с внешним миром.

Сигнальное взаимодействие наиболее отчетливо характеризует прежде всего поведение животных, однозначно детерминируемое на основе ощущаемых и воспринимаемых агентов (сигналов) внешней среды. Адекватность или неадекватность поведения непосредственно определяется такими сигналами (сигнальными раздражителями) под прямым контролем естественного отбора, устраняющего все, что не отвечает соответствующим «эталонам» (выживания, размножения и т. д.). Естественный отбор

---

[1] При всей кажущейся очевидности и тривиальности сделанного вывода он тем не менее не учитывается в должной мере теорией интериоризации. С точки зрения названной теории будущий результат мышления может быть неизвестным лишь для данного индивида, но он уже известен для другого индивида, обучающего первого. В итоге недооценивается подлинная природа мышления — всегда самостоятельного, всегда открывающего нечто существенно новое и т. д.

11 Зак 2?2

прямо или однозначно «подкрепляет» лишь то, что согласуется с наследственно фиксируемыми, т. е. изначально данными эталонами. Это «подкрепление» форм поведения и реализуется на основе обратных связей.

Принципиально иначе и намного сложнее формируется детерминация жизни и деятельности человека, его психики, сознания, самосознания и т. д. На высших уровнях бытия (свобода, совесть, творчество и т. д.) нет сигналов, сигнальных раздражителей, сигнальных связей, которые прямо и однозначно, с наглядно-чувственной очевидностью «удостоверяли» бы адекватность или неадекватность человеческой деятельности. По мере того как человек поднимается на все более высокие уровни своего бытия, происходит формирование и развитие всех его психических процессов и свойств и, в частности, формируются все более сложные, изначально не данные критерии для самооценки всех его поступков, действий, чувств, мыслей и т. д. Решающая роль принадлежит здесь его мировоззрению, его морально-политическому облику. Это и означает, что обратные и вообще сигнальные связи (отражающие простейшие, а вовсе не любые причинные зависимости) необходимы, но недостаточны для детерминации личности.

Принцип сигнальности, обобщающий принцип обратных связей, характеризует лишь один из уровней бытия человека. Сведение принципа детерминизма к принципу сигнальности есть позитивизм (прагматизм, биологизм и т. д.). Такой позитивизм продемонстрировал крупнейший необихевиорист Б. Скиннер в своей известной книге «По ту сторону свободы и достоинства». По его мнению, все человеческое поведение определяется подкреплением, обратными связями и т. д. на основе главного или единственного «эталона» — выживания. Тем самым он приходит к отрицанию свободы, достоинства, творчества, вообще сущности человеческой жизни.

Сигнальное взаимодействие, неправомерно абсолютизируемое позитивистами, в определенных пределах участвует в детерминации психического развития личности. Оно, однако, включается в эту детерминацию в единстве с другими, более сложными уровнями саморегуляции: мораль, теоретическое мышление и т. д. Семантика мышления и речи бесконечно сложнее, чем любое сигнальное взаимодействие (принцип сигнальности необходим, но недостаточен для понимания этой семантики). В данной связи особый интерес представляет точка зрения И. П. Павлова на рассматриваемую здесь проблему.

Павлов, как известно, выдвинул в 1927 году принципиально важную идею второй сигнальной системы, призванную выразить специфику физиологических механизмов мышления и речи человека в отличие от первой сигнальной системы, т. е. прежде всего в отличие от физиологических механизмов поведения животных, а также в отличие от физиологических механизмов ощущений и восприятий человека.

С тех пор прошло более 70 лет, и в течение столь большого периода времени было проведено много систематических, интересных и солидных исследований с целью разработать эту идею. В итоге удалось отчасти раскрыть общность и различие между первыми сигнальными системами животного и человека. Существенное различие между ними обусловлено взаимодействием первой и второй сигнальных систем у людей. Что же касается вышеуказанной специфики второй сигнальной системы, то в этом отношении многочисленные физиологические исследования (теперь уже по всеобщему признанию) давно наталкиваются на принципиальные трудности, даже несмотря на некоторые достигнутые успехи.

На наш взгляд, для того чтобы преодолеть эти трудности, необходимо прежде всего учесть своеобразие второй сигнальной системы: она является, бесспорно, второй (т. е. отличной от первой), но по своей сути не является сигнальной. Как уже отмечалось выше, семантика мышления и речи выходит за пределы сигнальных взаимосвязей, обобщенных принципом сигнальности (она использует эти взаимосвязи, но не сводится к ним). Сделанный вывод характеризует формирование человеческой психики в той мере, в какой все более усложняется, развивается семантическое содержание восприятия и особенно мышления, высших чувств и т. д. Например, как известно, предельно сложным может быть восприятие человеком человека, выражения его лица, глаз и т. д. (вспомним, в частности, многовековые и незаконченные дискуссии лучших специалистов о том, что выражает лицо Джоконды у Леонардо да Винчи). В отличие от «простого», первосигнального восприятия здесь мало могут помочь одни лишь сигнальные признаки, т. е. признаки непосредственно однозначные, наглядно и прямо связанные со строго определенным содержанием и т. д. В еще большей степени это относится к научному мышлению. Например, академик А. Е. Ферсман, ученик В. И. Вернадского, так писал о своем учителе: «Десятилетиями, целыми столетиями будут изучаться и углубляться его гениальные идеи, а в трудах его — открываться новые страницы, служащие источником новых исканий; многим исследователям придется учиться его острой, упорной и отчеканенной, всегда гениальной, но трудно понимаемой творческой мысли» (Ферсман А. Е., 1959, с. 787). Во всех подобных случаях в итоге тоже достигается, конечно, строгая однозначность понимания, но она формируется на основе семантических связей, не сводимых к сигнальным.

По крайней мере отчасти начал приближаться к такому выводу и И. П. Павлов в конце своей жизни. Как известно, в 1935 г. он признал, что наиболее сложные типы поведения и деятельности уже «нельзя назвать» условными рефлексами. При этом имелось в виду прежде всего «начало образования знания, улавливание постоянной связи между вещами — то, что лежит в основе всей научной деятельности, законов причинности и т. д.» (Павловские среды, с. 262). И хотя в данном случае

И. П. Павлов, по-видимому, не предполагал отказаться от термина «сигнальные связи», тем не менее этот резкий поворот его мысли выражает общую и в целом правильную тенденцию наметить подлинную специфику мышления и речи. Физиологические и психологические исследования второй (но не) сигнальной системы могут быть плодотворными в той мере, в какой они учитывают специфичность семантики любой рече-мыслительной деятельности. Эта специфичность характеризует весь процесс формирования и развития мышления, вообще психики человека.

Мы уже отмечали, что формирование мышления как процесса осуществляется на основе постепенного и (или) скачкообразного мысленного прогнозирования будущего, вначале неизвестного и потому искомого результата (и критериев этого результата). Изначальная незаданность последнего и отсутствие его эталонов (материальных, материализованных, сигнальных, наглядных и т. д.) означают, что все стадии мыслительного процесса формируются как новые, т. е. в таком качестве ранее не существовавшие и не повторяющие в неизменном виде прошлый опыт данной личности.

Поэтому в начале мыслительной деятельности и вообще творчества, например, в самом начале постановки и решения задачи, почти совсем неизвестно, какие стадии и этапы ее решения будут формироваться, в какой последовательности и т. д. По мере формирования, прогнозирования первой такой стадии одновременно с ней отчасти начинают прогнозироваться и некоторые последующие стадии (см. наши эксперименты по теме «Мышление как прогнозирование» (Брушлинский А. В., 1996)). Более того, любая стадия мышления как процесса формируется лишь в соотношении со всеми остальными или с большинством из них, поскольку они необходимо прогнозируются хотя бы в минимальной степени. В этом проявляется изначальная целостность (системность) формирования мыслительного процесса, который возникает как бы из одного, единого зародыша, все более дифференцирующегося — по мере своего микро- и макроразвития (отнюдь не преформированного и предопределенного).

В процессе формирования мышления, вообще психики нет никаких заранее и полностью готовых стадий, элементов, этапов («кирпичиков», «атомов» и т. д.), которые бы лишь перекомбинировались в разных сочетаниях, образуя «новые» связи, последовательности и комбинации из давно сформировавшихся, «старых» компонентов. Эти последние, а не только их связи и отношения формируются по-новому на каждой последующей стадии мышления. Точнее, познаваемый объект, включаясь в новые связи, выступает в новых качествах (анализ через синтез). Следовательно, формирование любого последующего этапа мыслительной деятельности означает не прекращение, а продолжение формирования также и предыдущих ее этапов, компонентов и т. д.

Продолжая формироваться по мере осуществления всего мыслительного процесса, каждая из его стадий, еще не будучи полностью законченной, непрерывно связана предельно динамичными взаимопереходами со всеми остальными, в том числе с только еще возникающими его стадиями. И потому любые компоненты живого, реального процесса мышления никогда не отделены друг от друга (в противоположность раздельным деталям, узлам и блокам функционирующей машины или элементам математического множества). В этом смысле мышление как процесс и вообще психическое как процесс всегда является недизъюнктивным, или континуально-генетическим, т. е. непрерывно и существенно изменяющимся, предельно динамичным, формирующимся, развивающимся и т. д. Иначе говоря, существует два основных типа взаимосвязей между компонентами, сторонами или аспектами того или иного процесса, явления, предмета и т. д.: 1) континуально-генетический, недизъюнктивный (например, характерный для всего психического) и 2) дизъюнктивный, изначально дискретный (например, характерный для деталей любого автомата, четко отделенных друг от друга внутри единого целого в процессе его функционирования).

Такое расчленение познаваемого объекта лишь на дискретные, вообще дизъюнктивные компоненты составляет суть формальной и, в частности, математической логики, лежащей в основе всей естественнонаучной методологии (в отличие от методологии гуманитарных наук). Это дизъюнктивное расчленение, издавна составляющее идеал естествознания, математики и техники, является вполне адекватным и плодотворным методом исследования не любых, а только строго определенных уровней бытия. Тем не менее до сих пор существует сильная тенденция представить столь дизъюнктивный, дискретный метод познания в качестве единственно возможного и потому универсального (такая тенденция получила почти всеобщее признание в связи с попытками математизации, кибернетизации науки).

С нашей точки зрения, помимо дизъюнктивного метода исследования, существует еще один — более общий и более фундаментальный — вышеупомянутый континуально-генетический (недизъюнктивный) метод познания. С его помощью познаваемый объект в силу своей онтологической специфики расчленяется в ходе исследования не на дискретные, вообще дизъюнктивные, а на более сложные взаимопроникающие компоненты, связанные непрерывными предельно динамичными взаимопереходами. Наиболее ярким примером являются рассмотренные выше стадии непрерывно формирующегося живого, психического процесса, которые не отделены друг от друга подобно блокам функционирующей машины или элементам математического множества. Континуально-генетический метод расчленения объекта на недизъюнктивные компоненты

исходит из диалектической логики, направляющей научное мышление на максимально возможное выявление генезиса, развития изучаемого процесса.

Любой дизъюнктивный уровень бытия возникает и существует только на основе более глубокого, фундаментального, исходного, недизъюнктивного уровня бытия. Первый из этих уровней изучает, например, физика, закономерно абстрагирующаяся от развития физических процессов. Второй из этих уровней изучает, например, астрофизика, все более успешно углубляющаяся в исследование развития, эволюции звездного вещества и вообще физических процессов. Чем сложнее тот или иной процесс, тем более необходимым и плодотворным становится переход с дизъюнктивного на недизъюнктивный этап его научного изучения, т. е. на такой этап, когда уже объективно невозможно больше абстрагироваться от возникновения и развития этого процесса.

Математика, как известно, может и должна абстрагироваться от возникновения элементов множества. И наоборот, психология не может и не должна абстрагироваться от возникновения психического (в филогенезе, в онтогенезе и т. д.). Уже в этом проявляется высший уровень непрерывности, континуальности, недизъюнктивности, наиболее характерный для всего психического и определяющий соответствующий — континуально-генетический — метод исследования в психологии.

Непрерывность и преемственность психического означают прежде всего, что любая его последующая стадия может сформироваться лишь в том случае, если ей предшествует в качестве ее внутреннего исходного условия другое, пусть менее сложное, но обязательно тоже психическое явление. Так в психологии конкретизируется всеобщий принцип детерминизма, согласно которому внешние причины всегда действуют только через внутренние условия, т. е. через основания развития.

На любом своем онтогенетическом этапе (кроме первого) всякое психическое формируется и развивается только из психического же — под влиянием внешних воздействий, опосредствованных внутренними условиями. Вот почему труднее всего объяснить самый первый из этих этапов, т. е. самое возникновение психического в конце пренатального и в начале постнатального развития младенца Несколько огрубляя суть дела, можно даже сказать, что у любого младенца психическое возникает только «один» раз — в самом начале жизни: потом оно лишь формируется и развивается на основе уже возникших психических образований. Дело в том, что лишь в данном случае возникающему психическому явно еще не предшествует уже существующее (в полном смысле слова), но менее развитое психическое, целиком передаваемое через гены. Поэтому-то здесь так важно хотя бы гипотетически наметить возможные переходные, недизъюнктивные стадии развития от физиологического к психофизиологическому, например, в форме чувственных

впечатлений, появляющихся во внутриутробном периоде жизни — еще до возникновения самых первых ощущений (Брушлинский А. В., 1977).

Как и все в мире, психическое — это *единство непрерывного и прерывного*. Непрерывное в данном случае и есть недизъюнктивное, а прерывное — это продукты (результаты) психического процесса (подробнее см.: Брушлинский, 1996).

* * *

Такая континуально-генетическая, недизъюнктивная, непрерывная процессуальность психики хорошо согласуется с непрерывностью нейрофизиологической регуляции всей активности у животных и людей. Эту непрерывность регуляции глубоко раскрыли П. К. Анохин и его сотрудники в своих физиологических исследованиях. В данном весьма существенном отношении особенно сильно сближаются друг с другом субъектно-деятельностная концепция С. Л. Рубинштейна, его учеников и последователей (Психологическая наука в России XX столетия, 1997) и теория П. К. Анохина и его школы. А различаются они прежде всего в оценке роли субъекта, его целей и обратных связей как факторов интеграции нервной и психической деятельности животных и людей Для физиологической теории функциональной системы обратные афферентации, вообще обратные связи необходимы и *достаточны*, как механизмы саморегуляции и у животных, и у людей. Для субъектно-деятельностной концепции обратные связи у людей хотя и необходимы, но *недостаточны*, поскольку они лишь наглядно-чувственно, непосредственно и сразу же очевидным образом дают субъекту «информацию» об адекватности или неадекватности получаемых результатов действий, поступков и т. д. Иначе говоря, обратные связи не достаточны потому, что субъект на основании этих, бесспорно, необходимых чувственно-наглядных данных и в соответствии со своими целями (познавательными, непосредственно практическими и т. д.) создает новый, бесконечно более сложный уровень саморегуляции (теоретическое мышление, нравственные ценности и т. д.). На этом высшем уровне саморегуляции наглядно-чувственные сигналы уже не *сами по себе* как бы автоматически регулируют всю активность человека в обход субъекта, а именно и только субъект с помощью своего мышления, совести и т. д. раскрывает вначале отнюдь не очевидное значение сенсорно-перцептивных данных и понятийных конструкций, сознательно стремится получить все новые данные и обосновать, доказать истинность все более сложных умозаключений.

Литература

1. *Абульханова-Славская К. А.* О субъекте психической деятельности. М., 1973.
2. *Абульханова-Славская К. А.* Стратегия жизни. М., 1991.

3. *Анохин П. К.* Теория функциональной системы как основа для понимания компенсаторных процессов организма // Вопросы восстановления психофизиологических функций: Ученые записки МГУ. Психология / Под ред. С. Л. Рубинштейна. М., 1947. Вып. III. Т. 2.
4. *Анохин П. К.* Очерки по физиологии функциональных систем. М., 1975.
5. *Анохин П. К.* Избр. труды. Философские аспекты теории функциональной системы. М., 1978.
6. *Анохин П. К.* Узловые вопросы теории функциональной системы. М., 1980.
7. *Брушлинский А. В.* О природных предпосылках психического развития человека. М., 1977.
8. *Брушлинский А. В.* Субъект: мышление, учение, воображение. М.—Воронеж, 1996.
9. *Винер Н.* Кибернетика. М., 1968.
10. *Винер Н.* Кибернетика и общество. М., 1958.
11. К 40-летию «павловской» сессии двух академий // Психологич. журнал, 1990. № 4, 5.
12. Материалы Совещания по психологии (1–6 июля 1955 г.). М., 1957.
13. Павловские Среды. М.—Л., 1949. Т. III.
14. Психологическая наука в России XX столетия / Под ред. А. В. Брушлинского. М., 1997.
15. Психологический словарь. М., 1996.
16. *Рейтман У.* Познание и мышление. М., 1968.
17. *Рубинштейн С. Л.* Основы общей психологии. Изд. 4. М., 1999.
18. *Рубинштейн С. Л.* Избр. философско-психологические труды. М., 1997.
19. *Ферсман А. Е.* Избранные труды. Т. V. М., 1959.

Е. А. Умрюхин

Глава 4

Моделирование и объективная оценка системных механизмов психической деятельности

Признание теории функциональных систем как концептуального моста между физиологией и психологией пришло сравнительно недавно (Анохин П. К., 1974) и все более утверждается (Судаков К. В., 1996, 1997; Швырков В. Б., 1978; Александров Ю. И., 1996; Шадриков В. Д., 1996 и др.). Развитие теории функциональных систем в виде концепции системного квантования жизнедеятельности (Судаков К. В., 1992) голографического принципа (Судаков К. В., 1984), информационного подхода позволяет существенно углубить понимание физиологической природы психических процессов и дает единую трактовку разным психическим процессам, которые традиционно часто рассматриваются в рамках практически не связанных между собой школ и направлений.

Ниже мы рассмотрим информационную модель — «детектор интеллекта», которая объединяет компоненты функциональных систем в работающий механизм, способный оценивать целенаправленное поведение и различные системные компоненты процесса мышления. Модель позволяет выделять, и оценивать осознаваемые и неосознаваемые психические процессы. Созданная на основе модели среда позволила исследовать процессы обучения человека, реализующиеся на интуитивном неосознаваемом уровне. В этих условиях стало возможным количественно оценить такие важные психические функции человека, как целеполагание, принятие решения, предвидение будущих результатов, параметры обучаемости и памяти. Детекция компонентов функциональных систем, обеспечивающих психическую деятельность человека, позволила наметить пути оптимизации обучения в реальных ситуациях.

4.1. Модель психической деятельности на основе теории функциональных систем

4.1.1. Системное квантование поведения — основа иерархической модели

Модель — детектор психической деятельности — строится на основе концепции системного квантования жизнедеятельности (Судаков К. В.,

1992) и информационных свойств функциональных систем (Судаков К. В., 1996).

Системное квантование психической деятельности человека можно выразить в виде представления о формировании в организме в процессе жизнедеятельности в некоторые моменты времени t потребностей $p(t)$ и их удовлетворении на дискретных интервалах $h(t)$.

Траектории изменений внутренних состояний мозга $u(t)$ и внешнего поведения — сигналов $x(t)$ и действий $y(t)$ — при этом разбиваются на системокванты длительностью h (зависимость h от t мы подразумеваем, но не будем явно указывать, чтобы не усложнять вид формул). Для каждого системокванта в соответствие с теорией функциональных систем можно написать следующие уравнения:

$$\begin{aligned} m(h) &= M\{p(t)\}; \\ r(h) &= X\{m(h),\ x(t),\ u(t)\}; \\ y(h) &= Y\{m(h)),\ x(t),\ u(t)\}; \\ u(t+h) &= U\{r(h) - x(h)\}. \end{aligned} \qquad (1)$$

В этих выражениях введены следующие обозначения:
$m(h)$ — мотивационное возбуждение в промежутке времени h, формирующееся на основе потребности $p(t)$;
$x(t)$ — сенсорная информация о состоянии внешней среды в момент t;
$r(h)$ — намеченные в акцепторе результатов действия параметры будущих результатов;
$y(h)$ — программа будущих действий для достижения результатов $r(h)$ и удовлетворения мотивации $m(h)$;
$u(t+h)$ — новое содержание памяти, возникающее в результате совпадения или рассогласования получаемых результатов $x(h)$ с намеченными $r(h)$;
$t+h$ — момент формирования следующей потребности $p(t+h)$.

Большие буквы и фигурные скобки обозначают функциональные зависимости.

Переменные $x(h)$, $y(h)$ и другие имеют огромные размерности, и, следовательно, астрономическое разнообразие степеней свободы.

Представление механизмов сложного поведения и психической деятельности в виде иерархически взаимодействующих однотипных функциональных блоков позволяет существенно упростить описание модели и избежать проблемы огромной размерности учитываемых переменных. Важную роль при этом играет введение адекватных обозначений, которые необходимы для однозначного описания уровней иерархии функциональных систем.

В соответствии с принципом иерархического квантования большой системоквант продолжительностью h разбивается на системокванты

следующего уровня продолжительностью h_i, где $i = 1,2,\dots,n$; n — число последовательных этапных системоквантов для достижения результата в системокванте h. При этом:

$$h = \sum_{i=1}^{n} h_i,$$

т. е. длительность системокванта нулевого уровня равна сумме длительностей системоквантов следующего, первого, уровня.

Аналогичным образом на промежуточные системокванты следующего уровня разбиваются системокванты первого уровня:

$$h_i = \sum_{j=1}^{n_j} h_{ij}, \quad \text{где} \quad j = 1,2,\dots,n_j.$$

Последний верхний уровень определяется разрядами мотонейронов и непосредственно выполняемой программой действий $y_{ij\dots q}$ на этом уровне.

Во взаимодействии функциональных систем согласно К. В. Судакову проявляется также их мультипараметрическое взаимодействие. Под этим понимается одновременная работа нескольких функциональных систем, обеспечивающих некоторый общий для них результат. Мы рассмотрим такое взаимодействие в модели в рамках пространственной иерархии, в соответствии со схемой, использованной ранее для описания сложной функциональной системы на основе иерархии результатов (Умрюхин Е. А., 1969, 1982, 1998).

Для выделения уровней пространственной иерархии в наших обозначениях будем использовать верхние индексы. Тогда на интервале h получение результата r, удовлетворяющего потребность p, обеспечивается в результате параллельного получения результатов r^l, где $l = 1,2,\dots,n_l$ (в дальнейшем будем подразумевать, что число индексов — n — может быть разным в разных случаях). Тогда:

$$r = \sum_{l=1}^{n} r^l.$$

Таким образом, в используемых обозначениях нижние индексы соответствуют последовательному квантованию во времени, а верхние — разбиению результатов за счет пространственной иерархии. Число индексов соответствует уровню иерархии. Индексы для мотивации, памяти и других переменных вводятся аналогично.

Взаимодействие между уровнями заключается в формировании потребностей и мотиваций верхних уровней на основе параметров результатов, заданных на нижних уровнях. Получение результатов нижних

уровней обеспечивается при последовательном и параллельном получении результатов верхних уровней. Заменяя символ суммирования приемом тензорной алгебры свертывания индексов и вводя операторы R, обозначающие получение результатов, намеченных в акцепторе результатов действия, можно обозначить взаимодействие между уровнями следующими выражениями:

$$r^{l,\dots,m}_{i,\dots j,q} = r^{i,\dots,m,s}_{i,\dots,j,q} * R_s,$$
$$r^{l,\dots,m}_{i,\dots,j} = r^{l,\dots,m}_{i,\dots,j,q} * R^q. \qquad (2)$$

На рис. 1 показана блок-схема иерархической организации функциональных систем, иллюстрирующая введенные обозначения и использование соответствующих индексов для выделения параметров результатов во временно́й и пространственной иерархии. На рис. 1а показано выделение в акцепторе результатов действия параметров результатов иерархических функциональных систем за счет все более подробного их пространственного разбиения. На рис. 1б показано выделение иерархических функциональных систем за счет последовательного во времени разбиения параметров результатов. Пространственная и временна́я иерархии показаны раздельно для упрощения. В реальной схеме модели они объединены и работают совместно. Каждый отдельный блок обеспечивает получение заданного ему результата r путем последовательного выделения промежуточных результатов следующего уровня. Каждый блок, следовательно, содержит рецептор потребного результата. Рецептор сигнализирует отсутствие этого результата, вырабатывая сигнал рассогласования при несоответствии входного сигнала x этому результату, либо получение результата, когда входной сигнал x совпадает с намеченным r. Каждый блок выдает сигналы рассогласования на более высокие уровни в виде промежуточного (этапного во времени) и частичного (в пространственном разбиении) результата. Это включает в работу функциональные системы следующих уровней в соответствии с отдельными параметрами потребного результата и возможностью достижения этих результатов.

Рассмотрим структурную и функциональную организацию модели. Эта модель, представленная в виде конкретной схемы и логического алгоритма ее работы, реализует решение приведенных выше уравнений. Модель воспроизводит основные информационные процессы, определяющие в теории функциональных систем программирование поведения, обучение, память.

Принципиальными моментами при этом являются:

— запечатление — импринтинг, согласно К. В. Судакову (1984), событий (кодов сигналов и действий), предшествовавших получению потребного результата, намеченного в акцепторе результатов действия;

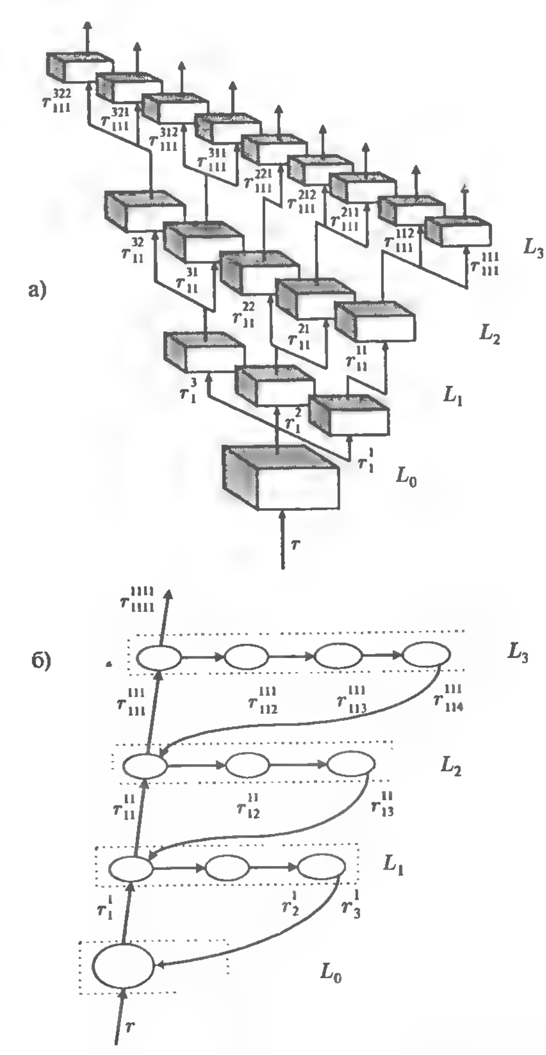


Рис. 1. Блок-схема иерархической организации функциональных систем: а) — пространственная иерархия параметров акцептора результатов действия; б) — временная иерархия параметров акцептора результатов действия; уровни иерархии обозначены $L_0, L_1, L_2, L_3, \dots$

— афферентный синтез, в котором мотивационное возбуждение, сканируя память, с учетом обстановочной и пусковой афферентации определяет будущую программу действий и строит аппарат акцептора результатов действия;

— сличение намеченных в акцепторе результатов действия параметров результатов с параметрами реально получаемого результата;

— коррекция памяти и поведения при рассогласовании намеченных результатов с получаемыми.

Предлагаемая модель, по-существу, является технической и математической схемой. Так же, как в применяемых в физике математических теориях, в модели символы и операторы лишь условно соотносятся с реальностью и условно воспроизводят закономерности информационных процессов в мозге. Поэтому и применяемые при ее описании физиологические термины носят условный характер. Это нужно учитывать, так как, применяя эти термины, мы, конечно, не подразумеваем, что в модели осуществляется точно такой же процесс, какой происходит в мозге, при аналогичной обработке информации. Модель описывает лишь информационные закономерности. Средства реализации этих закономерностей в модели и мозге, конечно, разные. При использовании физиологических и психологических терминов в описании модели мы не будем каждый раз оговаривать, что речь идет только об аналогии и информационном соответствии.

4.1.2. Структура и функции блоков модели

Как видно на рис. 1, иерархическая структура модели построена из отдельных субблоков, показанных в виде параллелепипедов на рис. 1а и в виде прямоугольников, обведенных пунктиром, на рис. 1б. Рассмотрение схемы модели упрощается благодаря тому, что все субблоки имеют одинаковую структуру. С помощью рис. 2 поясняется построение каждого отдельного субблока, принцип формирования памяти и ее использования в афферентном синтезе.

При рассмотрении структуры субблока будем учитывать, что в соответствии с рис. 1 и показанной на нем пространственной и временной иерархией взаимодействия субблоков, субблоки объединяются в слои. Каждый слой состоит из субблоков одного пространственного и временного уровня иерархии.

Субблок (рис. 2) состоит из элементов и связей между ними. Элемент представляет собой логическую схему, имеющую несколько входов и несколько выходов. На входы элементов поступают сигналы разной амплитуды. Эти сигналы мы будем называть возбуждением. Элементы модели обладают свойством возбуждаться при определенных сочетаниях входных возбуждений и передавать возбуждение на один или несколько выходов.

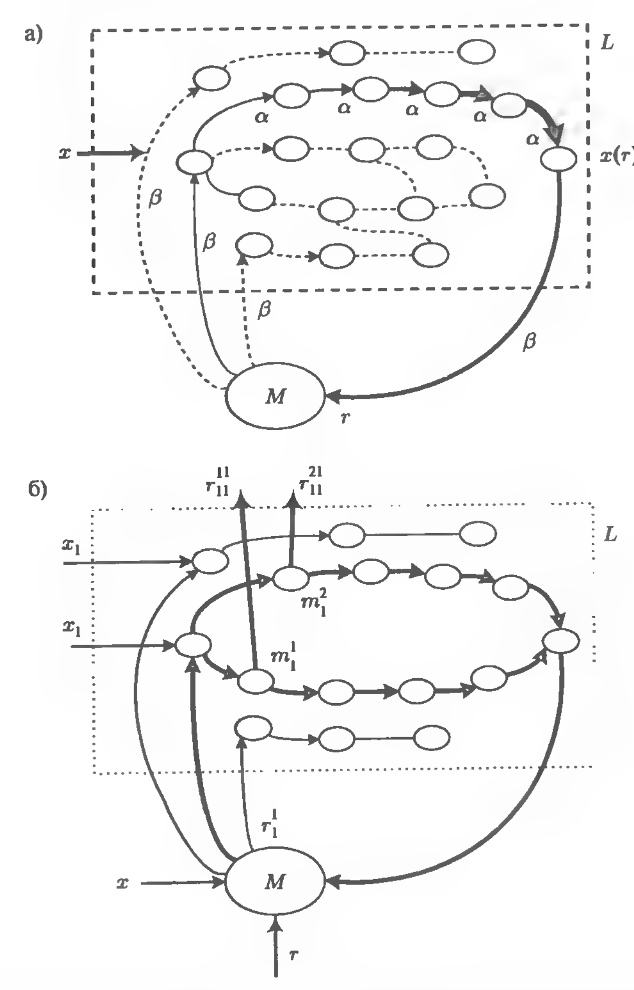


Рис. 2. а) Увеличение проводимостей связей между элементами памяти при получении результата.
б) Механизм выделения акцептора результатов действия с помощью замыкания возбужденных цепочек элементов памяти. Обозначения — в тексте

Возбуждение, передаваемое каждым элементом модели на выход, также может быть разной величины. Связи между элементами, которые передают возбуждение от одного элемента к другому, характеризуются разными проводимостями. Чем больше проводимость, тем больше величина возбуждения, передаваемая через связь между элементами.

Возбуждение элемента при определенном сочетании значений входных сигналов соответствует функции восприятия этих сигналов или их перцепции. Поэтому элементы субблока, соединенные с рецепторами, будем называть перцептивными элементами. Выходы элементов соединены с соседними элементами, с элементами вышележащего слоя, с эффекторными органами, которые мы, так же как и рецепторы, относим к среде.

Вначале до обучения элементы блока L соединены между собой множеством связей, имеющими малые проводимости. На рис. 2а выделены два вида связей между элементами. Связи между элементами одного субблока между собой обозначены через α (альфа), а связи с элементов субблока с элементами субблоков нижележащего и вышележащего слоев обозначены через β (бета).

На рис. 2 показаны только прямые связи, чтобы не усложнять рисунок.

На вход блока L (рис. 2б) поступают сигналы x, соответствующие входной афферентации. В необученной модели связи между элементами блока L имеют малые проводимости. Это показано пунктирными линиями, соединяющими соседние элементы.

Из субблока нижележащего слоя мотивационное возбуждение распространяется из элемента M по связям β в слой памяти L. Вначале распространение возбуждения в элементах памяти и соединяющих их связях α определяется генетическими факторами и случайным характером существующих с самого начала связей. При первом же получении в среде результата, удовлетворяющего лежащую в основе мотивации потребность, представленную элементом M, увеличиваются проводимости связей α и β для элементов, которые возбуждались перед получением этого результата.

При этом увеличиваются проводимости связей β между элементом $x(r)$, отражающим код полученного результата r, и элементом M, а также связей α между элементами, соответствующими кодам сигналов, предшествовавших получению результата r, и элементом $x(r)$. Проводимости связей α увеличиваются тем больше, чем ближе во времени к получению результата, удовлетворяющего мотивацию, событие, кодируемое элементом, с которым образована связь α, т. е. чем короче промежуток времени между получением сигнала, кодируемого соответствующим элементом блока L, и моментом удовлетворения потребности. На рис. 2а это отражено толщиной линий, изображающих соответствующие связи.

В блоке модели реализуется начальная стадия поведенческого акта — афферентный синтез, принятие решения и построение акцептора результата действия (рис. 2б). При наличии мотивации возбуждение распространяется из мотивационного элемента M в слой памяти субблока. Проходя по цепочкам элементов памяти, мотивационное возбуждение «проигрывает» возможные варианты будущих траекторий поведения. При этом выбираются цепочки элементов памяти, соответствующие параметрам будущих результатов — акцептору результатов действия. На рис. 2б две такие выбранные цепочки показаны жирными линиями. Выбор этих цепочек в качестве акцептора результатов действия означает, что для получения конечного потребного результата r_1^1 должны осуществиться события, кодируемые элементами этих цепочек. Первыми будущими событиями в намеченных цепочках являются события, кодируемые в элементах m_1^1 и m_1^2, отражающих коды соответствующих параметрам r_{11}^{12} и r_{11}^{11} этапных результатов. Так как намеченные результаты r_{11}^{12} и r_{11}^{11} отсутствуют, то возникает рассогласование между намеченными параметрами результатов и входными сигналами текущего момента времени. Это рассогласование, отражающее отсутствие первых из намеченных результатов, как показано на рис. 2б, направляет мотивационное возбуждение r_{11}^{12} и r_{11}^{11} в вышележащие слои памяти. В каждом слое возбуждение, распространяясь по цепочкам элементов памяти, «проигрывает» варианты возможных будущих результатов. При этом элементы памяти каждого следующего верхнего слоя соответствуют все более детальным признакам и параметрам результатов в пространственном и во временном отношении.

Как показано на рис. 2б, при переходе возбуждения с первого на второй уровень его путь разветвляется. Разветвление показано в виде двух путей возбуждения — r_{11}^{12} и r_{11}^{11}. Такие же разветвления могут происходить и на следующих уровнях. В результате получается изображенная на рис. 1а структура соединения блоков, напоминающая дерево.

В этом дереве разветвление возбуждения соответствует выделению разных параметров намеченных результатов. Одна из ветвей изображена на рис. 1б для иллюстрации замыкания мотивационного возбуждения в блоках этой ветви при последовательном выделении будущих результатов. На этом рисунке показано иерархическое представление будущей траектории поведения в субблоках трех слоев памяти с разбиением на этапы в каждом слое. Для достижения этапа r, в слое L_1 выделяются этапы, r_1^1, r_2^1, r_3^1 (рис. 1б). Соответственно, для достижения этапа r_1^1 в следующем слое памяти L_2 выделяются этапы r_{11}^{11}, r_{12}^{11}, r_{13}^{11} и т. д. В самом верхнем слое в качестве акцептора результатов действия выбираются элементы, соответствующие детальному представлению совершаемых действий на уровне мотонейронов и сигналов, непосредственно воспринимаемых рецепторами.

Компоненты афферентного синтеза интерпретируются в модели следующим образом. Входные сигналы x представляют пусковую и обстановочную афферентацию. Возбуждение мотивационного элемента M пропорционально доминирующей мотивации. На нижних уровнях входные сигналы элементов M соответствуют значениям гомеостатических переменных, а намечаемые результаты r — их потребным величинам.

В перцептивных элементах слоя памяти закодированы возможные будущие события. Величины проводимостей связей α соответствуют вероятностям наступления в будущем событий, закодированных в перцептивных элементах, соединяемых этими связями. Таким образом, распространение мотивационного возбуждения по цепочкам элементов слоя памяти соответствуют проигрыванию возможных вариантов будущих событий с учетом вероятности их осуществления. В обученной модели некоторые из элементов слоя памяти имеют связи β с элементом M. По таким связям, имеющим достаточно большую проводимость, возбуждение может вернуться к элементу M и образовать замкнутые цепочки возбуждения.

Замыкание возбужденных цепочек элементов является в модели аналогом завершения афферентного синтеза и принятия решения о выборе программы будущих результатов — акцептора результатов действия. Рассогласование между намеченными в перцептивных элементах потребными результатами выделенной и возбужденной цепочки и наличными результатами усиливает мотивационное возбуждение, распространяющееся в следующий слой памяти. Следующий слой памяти работает аналогично слою, представленному на рис. 2, и мы получаем иерархическое объединение уровней, моделирующих процессы принятия решения и выделение параметров будущих результатов с возрастающей временной и пространственной детализацией этих параметров в иерархических слоях памяти.

В элементах более высоких уровней памяти намечаются более детальные параметры результатов для более коротких интервалов времени. Таким образом, при прохождении мотивационного возбуждения через слои памяти иерархической структуры блоков, показанной на рис. 1а, и при замыкании цепочек возбуждения в каждом из ее блоков (рис. 1б) выделяются элементы памяти, соответствующие многоуровневому аппарату акцептора результатов. На более низких уровнях выделяются глобальные обобщенные параметры результатов для более длительных интервалов времени. Чем выше уровень, на котором расположены блоки, тем более детальные параметры результатов намечаются в элементах памяти этих блоков и тем короче промежутки времени между получением результатов, соответствующих этим элементам.

Таким образом, каждый субблок в соответствии с рис. 2 реализует передачу мотивационного возбуждения из нижележащего слоя памяти в вышележащей, что соответствует взаимодействию субблоков в соответствии с иерархическим объединением уровней, приведенным на рис. 1.

Рассмотрим более подробно механизм формирования и изменения проводимостей связей при обучении модели. Как уже упоминалось, элементы одного уровня соединены связями α, а элементы разного уровня — связями β. Принятый в модели механизм изменения связей α и β при обучении одинаков для разных уровней иерархии и отличается только временными параметрами. Память формируется с помощью обратной

связи от совпадения или рассогласования в акцепторе результатов действия намечавшихся результатов с реальностью.

Для пояснения реализации этого принципа на рис. 3 представлена упрощенная схема блока модели с выделенным в слое памяти L акцептором результатов действия в виде двух цепочек перцептивных элементов. На этом же рисунке показан мотивационный элемент M, принадлежащий более глубокому уровню. В элементе M намечены параметры результата, который является конечным по отношению к промежуточным результатам, намеченным в слое памяти L.

Получение конечного результата, закодированного в элементе M, служит сигналом положительного подкрепления для элементов памяти вышележащего уровня. Положительное подкрепление осуществляется через возбуждение элемента $P+$, выполняющего функцию положительной эмоции. Возбуждение из элемента $P+$ распространяется в слой памяти L. На рис. 3 представлена цепочка элементов слоя памяти, составляющих акцептор результатов действия, намеченный для получения результата r.

В этих цепочках m_1^1 и m_2^1, $m\,_1^2$ и $m\,_2^2$ (рис. 3) представляют этапные результаты, а элемент m_r — конечный результат, удовлетворяющий мотивацию — r. При успешном осуществлении траектории поведения, намеченной в выделенных цепочках элементов m, каждый из этих элементов последовательно возбуждается при получении соответствующего этапного результата. Элементы выделенных цепочек сохраняют след этого возбуждения, убывающий со временем. В соответствии с величиной следа происходит увеличение проводимостей связей α между этими элементами. Одновременно с проводимостями α существенно увеличиваются проводимости связей β, идущих от элемента M ко всем элементам, кодирующим выделенный акцептор результатов действия. Таким образом, чем ближе этапные результаты к конечному результату, тем больше увеличиваются проводимости связей α между элементами, кодирующими этапные результаты намеченного акцептора результатов действия.

В случае рассогласования в акцепторе результата действия, т. е. несовпадения получаемого результата с намеченным результатом, срабатывает элемент $P-$, формирующий отрицательное подкрепление (аналог отрицательной эмоции). При этом существенно уменьшаются проводимости связей β элемента M с элементами слоя памяти L.

Из описанной схемы следует, что проводимости связей β определяют доступ мотивационного возбуждения в слои памяти. Проводимости α соответствуют вероятностям переходов в среде между ее состояниями, отражаемыми в элементах слоя памяти. Закономерности переходов между состояниями среды отражаются проводимостями связей α, а возможность использования памяти об этих переходах для удовлетворения определенных мотиваций отражается проводимостями связей β. Благодаря этому, опыт приобретенный при удовлетворении какой-то мотивации и накопленный в связях α и β, может быть исполь-

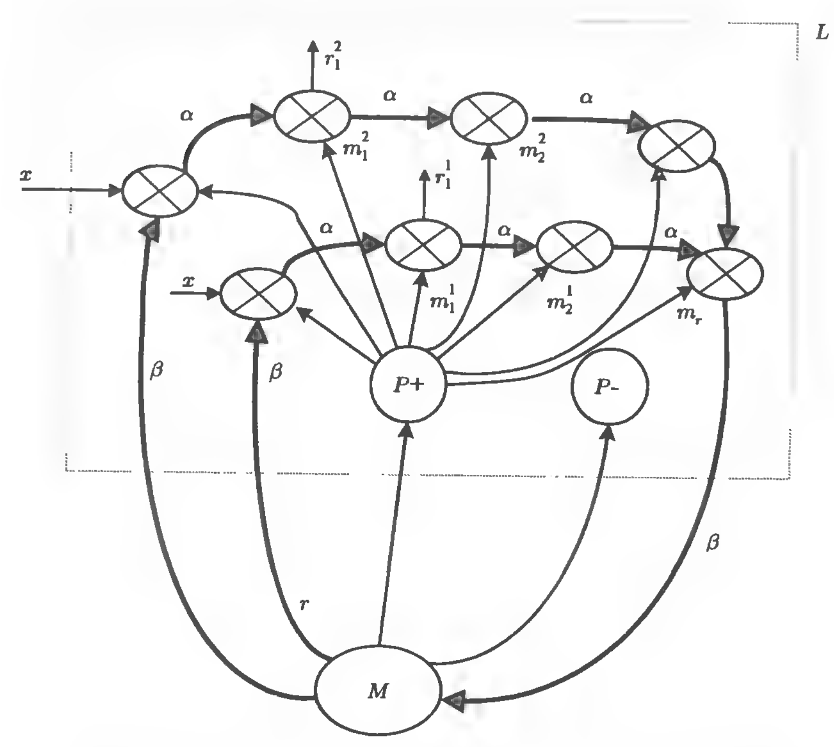


Рис. 3. Механизм положительного и отрицательного подкрепления

зован при удовлетворении других мотиваций. Это обеспечивается более быстрым изменением проводимостей связей β, идущих от элементов m для этих мотиваций к элементам, соединенным связями α с высокими проводимостями, изменяющимися более медленно по сравнению со связями β.

Определяя прохождение мотивационного возбуждения через слои памяти, формирующиеся при обучении, связи β выполняют еще одну важную функцию. Эти связи объединяют простые перцептивные элементы, входящие в разные слои и разные ветви иерархической структуры, в сложные перцептивные элементы. Формирование сложных перцептивных элементов определяется образованием устойчивых связей β с большими проводимостями.

На рис. 4 представлена схема, иллюстрирующая структуру сложного перцептивного элемента. Показанный на этом рисунке сложный перцептивный элемент соответствует одномоментному выделению параметров конкретного будущего результата в многоуровневом акцепто-

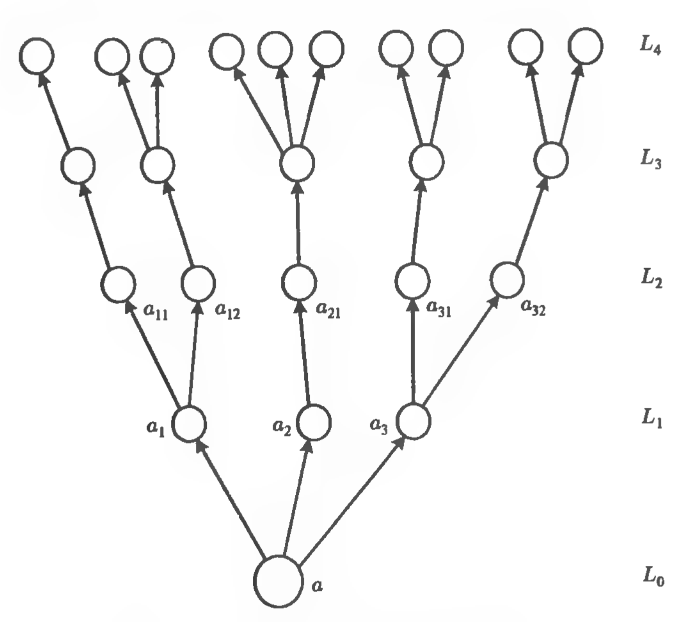


Рис. 4. Сложный перцептивный элемент

ре результатов действия. Верхние уровни при этом отражают быстро изменяющиеся параметры, нижние отражают более медленно изменяющиеся параметры, в соответствии с принципом временной иерархии. В сложном перцептивном элементе выделяются разные ветви.

На рис. 4 одна ветвь начинается с элемента a_1, вторая — с элемента a_2, третья — с элемента a_3. Разные ветви являются аналогами кодов, принадлежащих сенсорным параметрам разных модальностей. Например, ветви, начинающиеся с элементов a_1 и a_2 могут представлять сенсорные модальности, а ветвь, начинающаяся с элемента a_3, — параметры, определяющие восприятие и программирование активности мотонейронов, т. е. двигательную ветвь. Разные ветви перцептивного элемента могут быть расположены в разных структурах, особенно на верхних уровнях. Это соответствует разделению первичных рецепторных и двигательных зон в мозге.

Существенно то, что в модели все отдельные элементы показанной схематично древовидной структуры при программировании будущей траектории — выборе акцептора результата действия, а также при осуществлении этой траектории поведения и достижении полезного результата срабатывают (т. е. возбуждаются) одновременно. При этом время, в течение которого элементы остаются возбужденными, различно для элементов разных уровней. Если отсчитывать время в единицах верхнего уровня,

то в следующий момент времени будет включен сложный перцептивный элемент, в котором изменятся только элементы самого верхнего уровня, а все остальные останутся прежними, далее переключатся снова элементы самого верхнего уровня и более глубокого уровня, и т. д.

Разделение на ветви на глубоких уровнях пространственной иерархии происходит таким образом, что перцептивные элементы разных ветвей соответствуют существенно различающимся параметрам результатов. Целостные образы складываются из активности отдельных перцептивных элементов разных ветвей и разных уровней, возбуждаемых одновременно и объединяемых значимостью закодированных в них параметров результатов для удовлетворения различных потребностей организма. Выделяются разные ветви пространственной иерархии, в частности, в соответствии с разными сенсорными модальностями, связанными с соответствующим различием параметров результатов. Каждая из этих ветвей в свою очередь разбивается на подветви. При этом образуются сложные перцептивные элементы, каждый из которых состоит из нескольких простых.

Отдельная ветвь пространственной иерархии модели соответствует программе действий. Перцептивные элементы этой ветви кодируют сигналы о положении и скоростях перемещения органов движения. Элементы более глубоких уровней этой ветви отвечают более общим характеристикам двигательных актов, например, определенной позе, необходимой для выполнения серии движений, или представлению целого ряда одинаковых движений. Эта ветвь формирует акцептор результатов, параметры которых представляют собой внутреннюю для организма афферентацию о положении органов движения и их скоростях, о состоянии гамма рецепторов. Верхний уровень этой ветви иерархии можно представить как аналог непосредственно мотонейронов.

Аналоги положительных и отрицательных эмоций представлены в модели в виде отдельной ветви элементов. Элементы аналогов положительных и отрицательных эмоций, также организованы иерархически с меньшим числом уровней. Разделение «эмоциональной» ветви на некоторое число уровней необходимо в связи с тем, что разные временные параметры переключения элементов разных уровней требуют и разного времени реализации положительных и отрицательных подкреплений.

Таким образом, в пространственной иерархии, представленной на рис. 1, выделяются ветви разных сенсорных модальностей, ветвь реализации движений, ветвь афферентации, получаемой мозгом от эффекторов и «эмоциональная» ветвь. Каждая из этих ветвей, в свою очередь, разбивается на подветви. Целостные образы, соответствующие одномоментным параметрам результатов, складываются из активности отдельных элементов разных ветвей, объединяемых значимостью этих параметров для удовлетворения исходной потребности и мотиваций организма. Пространственная иерархия, в которой происходит выделение субсистем, работающих одновременно, определяется также подразделением субсистем по принципу сенсорных модальностей. При этом выделяются аналоги зрительной, слуховой, тактильной, вкусовой, обонятельной, вестибулярной и других модальностей. Кроме того, в каждой субсистеме при их взаимодействии выделяются субсистемы, характеризующие определенные устойчивые, воспроизводящиеся на интервалах времени соответствующих субквантов поведения комбинации входных сигналов, которые надежно обеспечивают получение потребных результатов. Именно этот принцип является определяющим в выделении параметров промежуточных результатов субсистем.

Формирование эффекторного интеграла — программы действий — в рассмотренной схеме представлено в виде моторного блока, также выделенного по принципу пространственной иерархии. Задаваемые в нем промежуточные результаты — это аналоги состояний опорно-двигательного аппарата — положения тела и конечностей, скоростей их перемещения, напряжения мышц и сухожилий, и все параметры двигательной активности, необходимой для достижения конечного результата. Параметры этих двигательных результатов — это импульсация проприоцепторов, всех рецепторов, отвечающих необходимой двигательной активности.

В субсистеме, моделирующей двигательную активность, нижние уровни могут соответствовать общей настройке двигательного аппарата, рассчитанной на выполнение целой серии движений. Это может быть, например, задание кода или определенного распределения мышечного тонуса для выполнения серии двигательных актов. Более высокие субуровни обеспечивают все большую детализацию движений через задание результатов в виде ожидаемой активности проприоцепторов.

Важным следствием, вытекающим из рассмотренной информационной модели деятельности мозга, является возможность практически безграничного усложнения поведения путем увеличения числа уровней и пространственных разбиений результатов с использованием одного и того же принципа их взаимодействия и одинаковой структуры отдельного блока.

4.1.3. Моделирование сознательной деятельности человека

Для воспроизведения в модели сознательной деятельности человека, а также сознательных процессов обучения, связанных с пониманием смысла и логики событий, их обобщением, формированием абстрактных понятий, в модель включены дополнительные блоки. В соответствии с анализом психической деятельности человека на информационном уровне (Судаков К. В., 1996) сознательная деятельность мозга в модели интерпретируется, прежде всего, как информационный экран, отражающий и внешнюю среду, и собственно работу мозга. Можно представить, что модель работы мозга человека состоит из двух взаимодействующих субсистем (рис. 5).

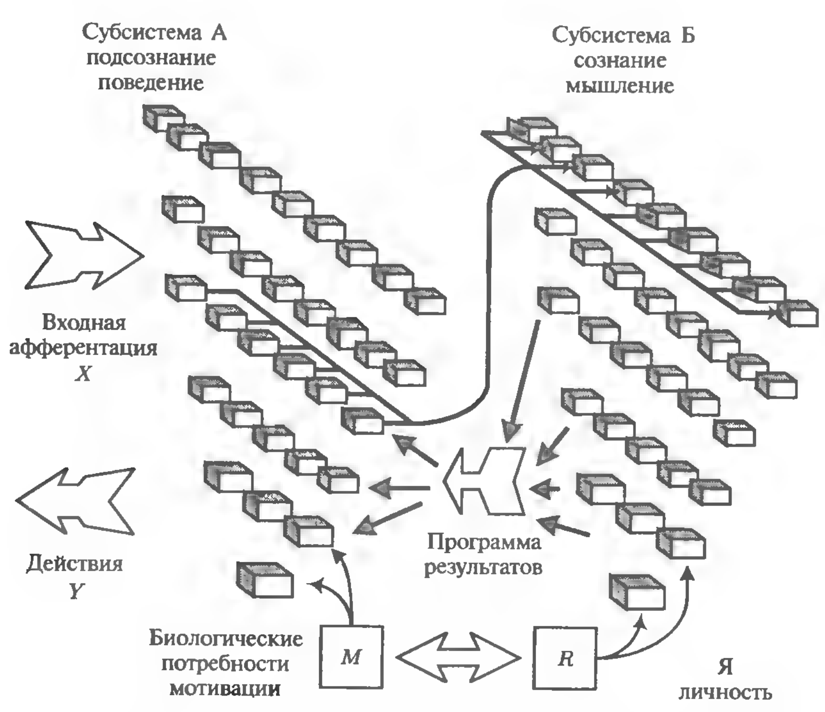


Рис. 5. Представление подсознания и сознания в модели. Элементы памяти среднего уровня субсистемы А соединены с элементами памяти верхних уровней субсистемы Б. Остальные связи между субсистемами А и Б, неоднократно упоминаемые в тексте, не показаны, чтобы не перегружать схему графическими подробностями

Субсистема А, показанная на рис. 5 слева, представляет собой иерархическое объединение блоков и слоев памяти, представленных на рис. 1. Эта субсистема взаимодействует с внешним миром, получая входные сигналы X и совершая действия Y.

Вторая субсистема Б, показанная на рис. 5 справа, реализует аналог сознательных процессов. Субсистема Б построена из блоков памяти, объединенных в иерархические уровни аналогично субсистеме А. Но элементы памяти субсистемы Б отражают не информацию, непосредственно поступающую из внешней среды, а информацию, накопленную в процессе обучения в субсистеме А. Блоки памяти верхнего уровня субсистемы Б соединены прямыми и обратными связями с блоками памяти средних уровней субсистемы А. В субсистеме Б между элементами памяти образуются связи, отражающие последовательность возбуждений элементов средних уровней субсистемы А. В связи с тем, что эти элементы памяти

обученной субсистемы А отражают хорошо воспроизводимые события в среде, в субсистеме Б становится возможным быстрое обучение в виде формирования связей между элементами памяти, отражающих хронологию, т. е. временную последовательность событий «жизни» модели. Элементы верхнего уровня субсистемы Б кодируют выделенные в субсистеме А кластеры параметров результатов, соответствующих устойчиво воспроизводящимся, укрупненным свойствам событий в окружающей среде. Элементы нижних уровней субсистемы Б отражают комбинации кодов верхних уровней. При этом происходит объединение некоторых сходных по определенным признакам кодов верхних уровней в единый код нижнего уровня. Это объединение и формирование более глубоких уровней памяти субсистемы Б заключается в потере несущественных признаков событий и выделении существенных, т. е. является построением абстракций. Критерием существенности признаков является так же, как и в субсистеме А, возможность достижения потребных результатов.

В субсистеме Б так же, как и в субсистеме А, иерархию уровней памяти можно подразделить на пространственную и временную. В ветвях пространственной иерархии выделяются различные свойства параметров результатов. Принцип разделения этих ветвей различается для субсистем А и Б. В субсистеме А ветви различаются главным образом по принципу, аналогичному разделению сенсорных модальностей в мозге. В субсистеме Б разделение ветвей пространственной иерархии основано на выделении различных типов информационного анализа параметров результатов и их смысла.

В субсистеме Б, так же как и в субсистеме А, на каждом уровне имеет место и пространственное и временное обобщение. Таким образом, субсистема Б формирует абстрактные понятия и отражает временную последовательность событий — историю «жизни» модели. За счет иерархии уровней эта история отражается во всей своей длительности с потерей деталей на нижних уровнях и с сохранением подробностей событий на верхних уровнях, отражающих более короткие интервалы времени.

Наиболее глубокий слой памяти субсистемы Б отражает инвариантный код события, которое, являясь константой, сохраняется постоянным в течение всей «жизни» модели. Это код ее «Я», код ее «личности»[1].

[1] Применение терминов, используемых в описании субъективных явлений, при моделировании явлений сознания может вызвать протест, связанный с сугубо человеческим значением этих терминов. Поэтому отметим еще раз, что использование их для описания модели является только информационной аналогией и относится к процессам, описанным выше в терминах элементов памяти, распознающих определенные коды событий, а также распространяющегося по связям возбуждения. В модели эти процессы могут быть конкретно представлены математическими символами и переменными величинами, схемами и алгоримами для вычислительной машины или аналоговыми и цифровыми сигналами в электронном устройстве. Поэтому, если в описании модели применяется понятие «эмоции» или «внимание», то речь идет об избирательном возбуждении определенных элементов памяти модели согласно приведенным выше схемам. Степень аналогии при

14 Зак. 282

Возбуждение, распространяющееся из глубоких слоев субсистемы Б — из элемента «Я», — является аналогом проигрывания личных планов. Пространственное разбиение субсистемы Б соответствует разным типам обобщающих кодов. Одна ветвь отвечает за языковые коды, другая — за зрительные образы, третья ветвь — осознаваемые коды эмоций и т. д. В субсистеме Б нет элементов первичного мотивационного возбуждения, обусловленного жизненно важными потребностями организма. Поэтому возбуждение, необходимое для проигрывания возможных вариантов событий в этой субсистеме, формируется специальным блоком *R*. Этот блок находится на самом глубоком уровне субсистемы Б. Управление потоком возбуждения из блока *R* в модели осуществляется по двум основным каналам:

1) мотивационными элементами системы А — возбуждение блока *R* увеличивается при рассогласованиях, при наличии мощных мотиваций;
2) рассогласованием между программами результатов, планируемыми в элементах слоев памяти субсистемы Б и их представлением в субсистеме А в виде конкретных программ действий и конкретных результатов, которые могут быть получены во внешней и внутренней среде.

Так же как и в субсистеме А, в субсистеме Б выбор определенных траекторий возбуждений элементов определяется рассогласованиями между кодами, воспринимаемыми элементами глубоких уровней, и кодами, запечатленными в этих элементах, определяющих потребные результаты.

Важным инструментом в работе субсистемы Б является обеспечение блоком *R* избирательной активации элементов этой субсистемы, что является аналогом функции «внимания». Еще одним важным свойством субсистемы Б является гораздо более высокая по сравнению с субсистемой А динамичность (вариабельность во времени) связей между элементами этой субсистемы. Такая динамичность или гибкость связей в этой субсистеме происходит за счет того, что в ней представлены выделенные субсистемой А коды достоверных событий в среде, обеспечивающих устойчивое и надежное получение потребных результатов. Роль субсистемы Б при этом заключается в формировании разнообразных возможных комбинаций событий и их образов, иногда, возможно, фантастических.

Содержание сознания в каждый момент времени формируется совместной работой обеих субсистем — А и Б. Оно определяется направлением «луча» внимания, выделяющего в субсистеме Б некоторую

таком использовании терминов для описания модели может показаться недостаточной, но нужно отметить, что упрощенность описания присуща любой модели, и никакая модель не воспроизводит моделируемое явление во всей его полноте.

область элементов памяти, объединяемых возбуждением, распространяющимся из блока *R*. Эти элементы составляют «сферу» внимания. Сфера внимания, как уже упомянуто выше, ограничена. Вся остальная часть элементов субсистемы Б находится вне сферы внимания, и, следовательно, состояние и работа этих элементов не осознается. В этих элементах могут протекать процессы возбуждения и изменения проводимостей связей. Неосознаваемая часть активности субсистемы Б представляет собой модель деятельности, подготавливающей и реализующей интуицию. Таким образом, в нашей модели выделено как минимум два типа неосознаваемых психических процессов. Первый тип — это все процессы совершающиеся в субсистеме Б. Второй тип — неосознаваемая часть процессов в субсистеме А.

Планируемые в субсистеме Б программы будущих результатов в виде цепочек возбужденных элементов передают свое возбуждение в субсистему А через обратные связи элементов верхнего уровня субсистемы Б с элементами средних уровней субсистемы А. В субсистеме А возбуждение этих элементов проходит через слои памяти, формируя в эффекторной ветви программы конкретных действий.

Подчеркнем основные особенности, отличающие субсистемы А и Б.

Следы памяти, выражающиеся в изменениях проводимостей связей между элементами, в субсистеме А формируются медленно, что позволяет реализовать обучение в условиях вероятностной среды, где необходимо постепенное накопление информации о более достоверных и менее достоверных событиях. Связи в субсистеме Б формируются быстро. Это может соответствовать динамическим связям второй сигнальной системы по Е. И. Бойко (1976), гибким звеньям мозговой деятельности по Н. П. Бехтеревой (1974).

При сформированной памяти субсистема А работает быстро, т. е. быстро выполняет действия, направленные на получение представленных в ней кодов результатов. Субсистема Б, наоборот, выполняет действия медленно. Это обусловлено зависимостью ее работы от ограниченного объема возбуждения, которое соответствует функции внимания, а также тем, что планируемые в ней действия выполняются субсистемой А.

Субсистема Б может функционировать без активного выхода возбуждения в субсистему А. В субсистеме Б представлен аналог творческого процесса мышления, не ограниченного конкретными целями, связанными с «биологическими» мотивациями субсистемы А. Комбинации кодов, в процессе такого «свободного мышления» формируются по правилам, определяемым приобретенным субсистемой Б в процессе обучения опытом, а также заложенным с самого начала в конструкцию модели правилами возможных соединений элементов памяти.

При формировании свободных и фантастических комбинаций кодов в субсистеме Б соответствие реальности получаемых «творческих» результатов проверяется соответствием их кодам, представленным в элементах

памяти субсистемы А. Вследствие высокой динамичности связей, формируемых в субсистеме Б, иерархия абстрактных кодов в ней может создаваться быстро.

Рассмотрим совместную работу обеих субсистем А и Б. Субсистема А является ведущей в обучении модели, особенно на ранних стадиях обучения, когда происходит усвоение воспроизводимых свойств внешней и внутренней среды. В этой субсистеме мотивационное возбуждение формируется элементами нижних уровней, которые являются аналогами рецепторов, отвечающих за восприятие биологических потребностей.

Некоторые элементы в субсистеме А, особенно находящиеся на верхних и нижних уровнях, с самого начала запрограммированы на восприятие определенных признаков сигналов внешней и внутренней среды организма, таких, например, как выделение линий, краев светлого и темного и т. п. В процессе обучения происходит постепенное формирование сложных перцептивных элементов.

Процесс формирования перцептивных элементов, соответствующих закономерным, повторяющимся свойствам среды начинается с самых нижних уровней и с самых верхних уровней субсистемы А и идет по направлению к средним уровням. На нижних уровнях построение связей β определяется удовлетворением заданных конструкцией модели мотиваций, соответствующих биологическим мотивациям.

На верхних уровнях формирование связей β определяется получением воспроизводимых результатов в условиях конкретной среды. Процесс этот можно представить следующим образом. Спонтанная активность элементов, выражающаяся, например, в возбуждении некоторого элемента на уровне k, распространяется на следующий уровень $k+1$ и вызывает вначале случайные, хаотические действия. Получение результатов, соответствующих возбужденному элементу на уровне k, подкрепляет связи на уровне $k+1$ и связи β между этими уровнями в соответствии с рассмотренной ранее схемой (рис. 3). Таким образом, происходит отбор и соединение связями β тех элементов, которые соответствуют воспроизводимым предсказуемым результатам.

На средних уровнях субсистемы А происходит соединение связями β элементов, принадлежащих верхним и нижним уровням. При таком соединении образуются сложные перцептивные элементы. Они обуславливают возможность распространения мотивационного возбуждения из глубинных мотивационных структур до самых верхних уровней. Благодаря этому, становятся возможными целенаправленные двигательные акты, завершающиеся достижением результатов, необходимых для удовлетворения потребностей, представленных на самых глубоких уровнях субсистемы А с помощью действий, коды которых представлены на ее верхних уровнях.

Завершение построения сложных перцептивных элементов в субсистеме А с включением в них элементов нижних, средних и верхних

уровней иерархии создает возможность соединения этих элементов средних уровней с элементами верхнего уровня субсистемы Б.

После этого начинается быстрый процесс обучения, обусловленный динамическими свойствами связей в субсистеме Б, а также тем, что в этой субсистеме отражаются укрупненные, воспроизводимые и закономерные свойства среды, уже запечатленные в результате многократных проб и ошибок в сложных перцептивных элементах субсистемы А.

Формирование перцептивных элементов в виде разветвленных структур простых элементов определяется возможностью предвидения будущих потребных результатов на основе этих структур. То, каким модальностям, сенсорным или двигательным ветвям, принадлежат отдельные элементы, определяется выбором для кодирования в них тех свойств среды, которые обеспечивают надежное получение потребных результатов.

4.2. Модель и интуитивное обучение человека

В экспериментальном исследовании интуитивного обучения человека решались две взаимосвязанные задачи.

Первая задача — выявление соответствия поведения человека и модели путем сравнения поведения модели и человека в одинаковых условиях поисковой деятельности в вероятностной среде.

Вторая задача — количественная оценка поведения человека в условиях аналогичных тем, в которых можно наблюдать поведение модели. С помощью такой оценки, путем сопоставления поведения человека и модели, осуществлялась детекция системных психических актов человека, т. е. определялись параметры основных механизмов, представленных в модели — афферентного синтеза, принятия решения, предвидения будущих результатов, построения памяти на основе сравнения намеченных результатов с полученными.

Для того чтобы поведение человека было сопоставимо с поведением модели, необходимо было выбрать экспериментальную среду в соответствии с возможностями конкретной реализации поведения модели с помощью имеющихся вычислительных машин. Воспроизвести иерархию субсистемы Б со всем информационным багажом, эквивалентным тому, который человек накопил в течении жизни, пока не представляется возможным. Поэтому мы постарались сделать акцент на тех аспектах поведения и психической деятельности человека, которые связаны с деятельностью интуитивной подсознательной сферы, что в модели отражено как работа субсистемы А.

Экспериментальное исследование поведения человека в ситуации поиска им правильных действий для удовлетворения мотивации и получения результатов, задаваемых инструкцией, проводилось с помощью специально разработанного для этого прибора «Адаптрон».

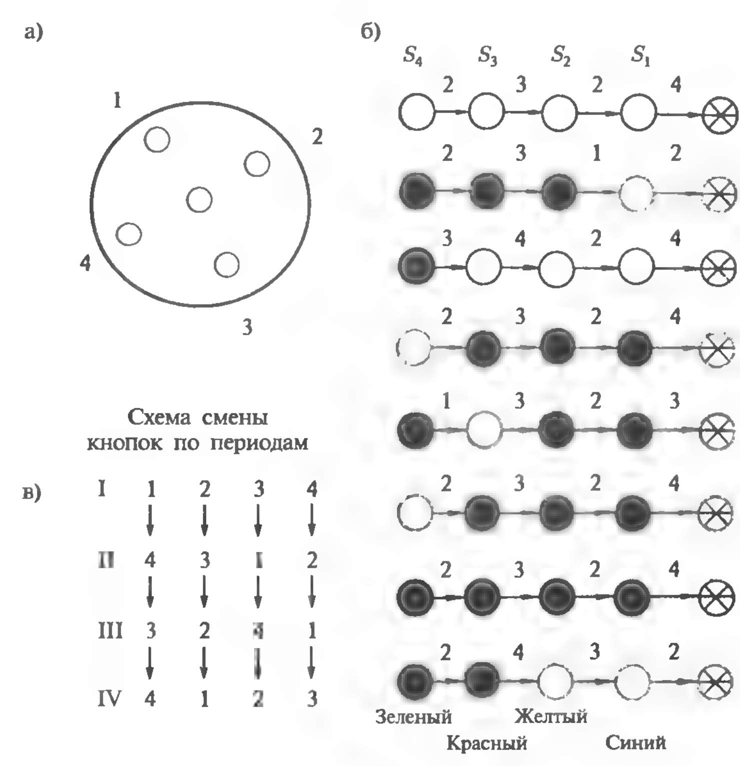


Рис. 6. Схема среды, реализованной с помощью прибора «Адаптрон»:
а) схема пульта испытуемого. Цифрами 1, 2, 3, 4 обозначены четыре периферические кнопки, меняющие цвет на пульте;
б) схема одного блока программы. Номера у стрелок показывают номера кнопок, меняющих цвет соответствующих сигналов на пульте. В первой цепочке показанного блока — это кнопки 2, 3, 2, 4. В ситуациях, показанных зачерненными кружками, для получения показателя R во время выполнения программы П-2 суммируются случаи выбора испытуемым действий, подкрепляемых, т. е. результативных, в предыдущей цепочке блока программы;
в) схема смены результативных действий в четырех блоках программы

4.2.1. Методика и процедура исследования

На пульте испытуемого размером 300 × 300 мм^2 был расположен матовый экран в виде круга диаметром 150 мм (рис. 6а). Экран подсвечивался снизу лампами четырех различающихся цветов, что позволяло предъявлять испытуемому четыре хорошо различающихся сигнала (S_4 — зеленый, S_3 — красный, S_2 — желтый и S_1 — синий) и пятый сигнал в виде высвечивания на этом же экране яркой многоконечной звезды.

На этом же пульте находились 5 кнопок — четыре, расположенные по периферии пульта — d_1, d_2, d_3, d_4 и одна — в центре. Согласно инструкции (рассмотренной подробно ниже) перед нажатием одной из периферических кнопок испытуемый всегда должен был нажимать центральную кнопку. Поэтому нажатию каждой из четырех периферических кнопок соответствовало всегда одно и то же движение руки — от центра экрана к этой кнопке.

Перед началом исследования испытуемому предлагалось прочесть следующую инструкцию:

«В исследовании, проводимом с помощью данного прибора, определяются особенности Вашей результативной деятельности.

Вашей задачей является многократное получение изображения звезды на пульте при минимальном количестве нажатий периферических кнопок. Звезда зажигается после того, как в определенном порядке на пульте сменятся сигналы четырех разных цветов. Смена сигнала определенного цвета на следующий происходит при нажатии одной из четырех периферических кнопок. Кнопка, меняющая цвет на пульте на следующий цвет и приближающая включение звезды, является при данном цвете правильной. При ошибочных нажатиях цвет не изменяется. Четыре правильных нажатия дают звезду. Перед нажатием любой периферической кнопки необходимо всегда нажимать центральную. После включения звезды один из цветов появляется автоматически, поэтому во время горения звезды нажимать на кнопки не следует.

Успешность Вашей деятельности будет тем выше, чем большее количество изображений звезды Вы получите и чем меньшее количество неправильных лишних нажатий Вы сделаете в процессе эксперимента».

После прочтения испытуемым инструкции для того чтобы удостовериться, что испытуемый ее понял, ему задавались вопросы: «Что является Вашей задачей в эксперименте? Как нужно нажимать кнопки? Какие нажатия правильные?» При затруднении испытуемого в ответах на эти вопросы инструкция повторялась. После правильных ответов на вопросы проверялось, выражается ли сознательное усвоение инструкции в реальных действиях. Испытуемому предъявлялась одна или две начальные цепочки программы. Испытуемый нажимал кнопки, чтобы включить звезду и его дополнительно спрашивали, какие кнопки правильные. Когда, таким образом, экспериментатор убеждался, что испытуемый активно воспринял инструкцию, включалась программа эксперимента.

Таким образом, с помощью инструкции испытуемому задавался конечный результат его деятельности — многократное включение изображения звезды, а способы достижения этого результата — выбор конкретных действий в каждой ситуации программы — испытуемый должен был находить ориентируясь на сигналы подкрепления — зажигание следующих сигналов, приближающих включение изображения звезды и само его включение.

В исследованиях участвовало более 500 испытуемых, в том числе около 300 курсантов специального училища (мужчины в возрасте 18–20 лет), сотрудники лаборатории, студенты МГУ, спортсмены и спортсменки — батутисты и другие.

В исследованиях использовались две программы: вспомогательная П-1 и основная П-2. Каждому испытуемому перед началом основного исследования по программе П-2 предъявлялась вспомогательная программа П-1. В состоящей из двух блоков программе П-1 (как и в программе П-2) включение звезды происходило после того как испытуемый последовательно включал на пульте сигналы: S_4, S_3, S_2 и S_1. В предъявляемых испытуемому последовательных цепочках программы П-1 в каждой следующей цепочке сигналов одна или две кнопки отличались от кнопок, переключавших сигналы в предыдущей цепочке. При этом одна из кнопок чаще других включала следующий сигнал (например, 6 раз из 8-ми сигнал S_3 включала кнопка d_2; сигнал S_2 6 раз из 8-ми — кнопка d_3 и т. д.). Кроме того, результативная кнопка, включавшая звезду, оставалась одной и той же до тех пор, пока испытуемый не выбирал ее безошибочно в четырех последовательных цепочках программы. После этого сочетания кнопок с сигналами автоматически изменялись путем подстановки вместо кнопок, которые были правильными, других кнопок. В тех ситуациях, где была правильной кнопка d_1, правильной кнопкой становилась d_4, вместо кнопки d_2 подставлялась d_3 и т. д., в соответствии с первыми двумя строками в схеме на рис. 6в. Таким образом, включался второй блок программы П-1, в котором не изменялась в последовательных цепочках кнопка, включающая сигнал S_1.

Если испытуемый выбирал ее четыре раза подряд в четырех последовательных цепочках программы, то выполнение программы П-1 заканчивалось путем автоматического выключения пульта испытуемого. Благодаря такой структуре вспомогательной программы, испытуемые, которые вначале пытались искать какие-то логические схемы и сочетания, убеждались, что следующий сигнал включается одним из действий, которое и нужно запомнить.

Кроме того, благодаря переменной схеме сочетаний действий и сигналов на всех этапах, кроме первого в первом блоке и второго во втором, осознанное запоминание сочетаний было затруднено. В то же время испытуемые убеждались в том, что правильные кнопки можно угадывать и, таким образом, добиваться успеха, полагаясь на интуитивный выбор действий.

После окончания программы П-1 проводилось исследование по программе П-2. В программе П-2 полная смена всех сочетаний действий с сигналами происходила после каждых восьми цепочек программы, также называемых блоком. Первый блок программы П-2 показан на рис. 6б, смена действий в четырех блоках осуществлялась в соответствии со схемой, показанной на рис. 6в. Так же как и в программе П-1, в каждом блоке при каждом из сигналов одна из кнопок чаще других включала следующий сигнал (в 8-ми цепочках первого блока при сигнале S_4 6 раз кнопка d_2 включала S_3, при сигнале S_3 кнопка d_3 6 раз включала S_2, при сигнале S_2 кнопка d_2 6 раз включала S_1 и при сигнале S_1 кнопка d_4 5 раз включала звезду). Таким образом, испытуемый мог в каждом блоке обучиться выбирать эти кнопки, однако, вследствие смены сочетаний действий и сигналов после каждых восьми цепочек программы, усвоение правильных действий в каждом следующем блоке начиналось заново. Всего в программе было четыре разных блока, следующих друг за другом и образующих цикл программы. В большинстве проведенных исследований испытуемым предъявлялись без прерывания программы два одинаковых цикла, после чего программа заканчивалась путем автоматического выключения пульта.

Одна из наиболее простых и быстрых оценок обучаемости испытуемого при выполнении им программы П-2 получалась в результате автоматического подсчета выбора испытуемым подкрепляемых, т. е. результативных, действий. Для этого в каждом из блоков программы П-2 с учетом смены подкрепляемых действий в ситуациях, отмеченных на рис. 6б зачерненными кружками, суммировалось число случаев когда испытуемый выбирал действие, которое было результативным в предыдущей цепочке. Подсчет получаемого таким образом показателя R производился в приборе «Адаптрон» автоматически.

После выполнения программ П-1 и П-2 производился опрос испытуемых о том, что они помнят о выборе действий, и о том, как они решали задачу. При составлении стандартных вопросов, которые задавались всем испытуемым после программы П-1, учитывалось, что содержание вопросов может влиять на установку испытуемых при выполнении программы П-2. Поэтому и количество, и содержание этих вопросов было ограниченным. Содержание вопросов, задаваемых испытуемым после программы П-2, было более широким, однако и в этом случае учитывалось, что обращение внимания испытуемых на определенные аспекты программы могло повлиять на выполнение программы другими испытуемыми, так как в условиях училища, где набирались основные контингенты испытуемых, невозможно было предусмотреть отсутствие обмена информацией между испытуемыми о выполнении программы.

Ответы испытуемых на вопросы экспериментатора фиксировались в журнале или записывались на магнитофоне.

После прохождения программы П-1 испытуемым задавались следующие вопросы:

1. Как Вы получали звезду?
2. Как чередовались цвета?
3. Какую кнопку Вы чаще всего нажимали для включения каждого следующего цвета или звезды?
4. Довольны ли Вы своим результатом?

13 Зак. 282

5. Могли бы Вы улучшить результат, если повторить задачу?

Вопросы после прохождения программы П-2 в разных группах испытуемых несколько отличались. Первая часть этих вопросов была направлена на выяснение запоминания конкретных действий и их последовательностей. Вторая часть вопросов имела цель — выяснение общей установки испытуемых. В нее входили следующие вопросы:

1. Трудная ли была задача?
2. Как Вы решали задачу?
3. Заметили ли Вы какие-нибудь закономерности?
4. Было ли интересно?
5. Не устали ли Вы?
6. Какое сегодня Ваше самочувствие?
7. Сколько часов Вы спали сегодня?
8. Не отвлекались ли Вы во время выполнения задачи посторонними мыслями?

В одной из групп испытуемых курсантов училища, включающей 143 человека, испытуемых просили на листке бумаги описать свои впечатления об исследовании. Какие-либо вопросы — устные или письменные — при этом не задавались.

4.2.2. Общая характеристика поведения испытуемых при выполнении экспериментальных программ

В исследованиях обнаружилось, что большинство испытуемых (более чем 90%) понимало инструкцию после одно-двухкратного ее прочтения и правильно отвечало на вопросы, задаваемые с целью выяснения восприятия трех основных ее пунктов.

Начало выполнения вспомогательной программы П-1 характеризовалось стремлением многих испытуемых разобраться в логике программы. Объективно это отражалось в бимодальном распределении латентных времен выбора действий со значением латентного времени для первой моды в пределах 1–3 секунд и латентного времени для второй моды, равным 5–10 секунд и выше. Большие времена выбора действия характеризовали моменты, когда испытуемые задумывались над выбором очередного действия, а иногда и проговаривали вслух предположения о том, какие варианты действий приведут к включению звезды.

У большинства испытуемых (более чем у 75%) уже после первых 8–16 цепочек программы П-1 характер поведения изменялся. Распределение латентных времен выбора действий становилось одномодальным со средним значением латентного времени в пределах от 1,2 до 2,4 секунд. Испытуемые переставали долго задумываться над очередным выбором действия и проговаривать вслух возможные варианты этого выбора. Сам переход к интуитивному (как будет показано ниже) выбору действий сопровождался иногда явным выражением того, что испытуемый что-то

нащел и по-другому стал рещать задачу. Это характеризовали сопровождающие такой переход эмоциональные высказывания типа «Ага!», «Вот так!», «Получается!» и другие подобные. Внимание испытуемого при этом полностью поглощалось переключением сигналов на пульте, яркие цвета которых, возможно, также способствовали поддержанию интереса к исследованию. Испытуемые переставали обращать внимание на экспериментатора, на события в окружающей обстановке (появление нового человека, шум и т. д.).

Около половины испытуемых переходило на интуитивный выбор действий почти сразу (после 8 цепочек программы П-1). Менее 25% (18–23%, в зависимости от контингента испытуемых) испытывало затруднения в выполнении программы П-1 и не могли в течение 10–15 минут обучиться выбирать правильное действие для получения изображения звезды даже на этапе S_1, где это действие не изменялось в последовательных цепочках программы. У части испытуемых (8–12%) это было связано с переходом к стереотипному выбору действий в каком-либо направлении (по часовой или против часовой стрелки). У другой части испытуемых (тоже 8–12%), проявлялось стремление решить задачу логически. Эти испытуемые искали сочетания действий (не связанные с сигналами), которые как им казалось, заложены в программе. После дополнительного пояснения необходимости исключать лишние действия 98% испытуемых успешно заканчивало программу П-1.

Успешное выполнение программы П-1 формировало у испытуемых тип поведения, характеризующийся отсутствием стремления логически, осмысленно решить задачу и ощущением того, что заданные в инструкции результаты получаются путем угадывания правильных действий.

При выполнении программы П-2 практически у всех испытуемых выбор результативных действий существенно превышал случайный. На рис. 7 для двух групп испытуемых показаны гистограммы количества результативных действий, выбранных испытуемыми в ситуациях, отмеченных черными кружками на рис. 6б. Для сравнения приведена гистограмма числа выборов этих же действий, посчитанная в предположении, что выбор результативных действий происходит случайно, т. е. что обучения нет. Сравнение этих гистограмм наглядно демонстрирует факт обучаемости большинства испытуемых в программе П-2. Точный подсчет выбираемых действий показал, что для 85% здоровых испытуемых превышение выбора результативных действий над случайным выбором было значимо по уровню $p < 0{,}01$. Обучение при этом происходило на интуитивном уровне. Испытуемые, как они сами указывали, угадывали результативные кнопки, но сознательное запоминание при этом фактически отсутствовало.

Интуитивный выбор действий при обучении является нетривиальным фактом. Кроме того, именно такой характер выбора действий испытуемыми позволяет использовать для сопоставления с ним выбор

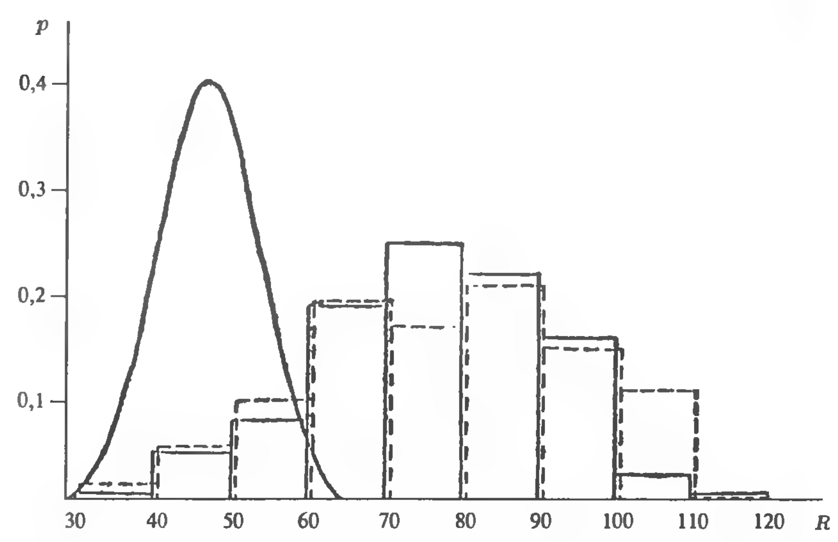


Рис. 7. Гистограммы значений показателя обучаемости R в двух группах испытуемых (100 и 103 человека) показаны сплошной линией для группы I и пунктиром для группы II. Для сравнения показано посчитанное теоретически распределение значений показателя R, которое получилось бы, если бы выбор результативных действий был случайным

действий, реализуемый в модели субсистемой А, поскольку в модели именно эта субсистема реализует неосознаваемый выбор действий.

4.2.3. Направленность мотивации испытуемых на получение результатов, заданных инструкцией

Расшифровка механизмов обучения и принятия решений с позиций теории функциональной системы требует анализа мотивации, как важнейшего компонента афферентного синтеза, определяющего цель деятельности испытуемого, конечные и промежуточные результаты, на получение которых направлена деятельность. Казалось бы мотивация полностью определяется инструкцией и тем материалом задачи, с которым испытуемый имеет дело. Однако даже в экспериментах с животными ситуация может быть не такой простой, так как анализ динамики мотивации может выявить смену мотиваций в течение эксперимента (например, появление при наличии доминирующей пищевой мотивации, исследовательской, половой и других).

В исследовании с человеком вопрос о доминирующей мотивации еще более сложен. Человек может принять или не принять инструкцию, желать или не желать ее выполнить, он может поставить собственные цели при выполнении задачи, промежуточные цели и результаты могут быть интерпретированы не так как этого требует экспериментальная задача, наконец, испытуемый может утратить всякий интерес к успешному выполнению задачи и продолжать ее выполнение автоматически, не обращая никакого внимания на получаемые результаты, особенно в случае слишком легкой или слишком трудной задачи.

Для выяснения вопроса об уровне и направленности мотивации испытуемых были проанализированы данные, позволившие объективно судить об этих факторах в условиях разработанной методики.

4.2.4. Отражение мотивированности действий испытуемых при выполнении программ в вегетативных показателях

Известно, что мотивация к выполнению какой-либо задачи сопровождается общей активацией вегетативных функций, выражающейся в учащении сердцебиения, частоты дыхания, частоты кожно-гальванических реакций (Симонов П. В., 1975; Крауклис А. А., Казановская И. А., 1979; Путляева Л. В., 1979; Luczak H., 1978; Manuck S., Schaffer D., 1978; Boucsein W., 1992).

Для определения общей активации вегетативных показателей для 20 курсантов и 20 сотрудников лаборатории были проанализированы записи частоты сердечных сокращений, частоты дыхания и кожно-гальванических реакций при выполнении испытуемыми программ П-1 и П-2.

Чтобы получить представление о динамике изменения этих показателей в процессе исследования, для анализа были взяты одноминутные отрезки записи через 1–2 минуты после наложения электродов; после предъявления инструкции; перед выполнением программы П-1; в ее начале, середине и конце; в промежутке (5–7 минут) между выполнением программы П-1 и П-2; в начале, в середине и в конце программы П-2; а также после окончания программы П-2. Выполнение программы П-1 и П-2 занимало, соответственно, 12 ± 5 минут и 15 ± 8 минут, а общее время регистрации показателей 45 ± 15 минут.

Для анализа брались участки записи, соответствующие 1 минуте записи, и на этих участках определялась частота дыхания, частота пульса и число кожно-гальванических реакций.

На рис. 8 приведены средние значения указанных величин для группы испытуемых, а также средне-квадратичные отклонения этих величин, характеризующие наблюдавшийся разброс полученных данных.

Анализ данных показал, что у всех испытуемых при выполнении программ П-1 и П-2 наблюдалась активация вегетативных функций, проявляющаяся в учащении ЧСС на 8–30 уд./мин (в среднем на 15 уд./мин, $p < 0{,}001$), учащении кожно-гальванических реакций на 8–18 в минуту (в среднем на 11 в минуту, $p < 0{,}001$) и учащении дыхания на 4–15 в минуту (в среднем на 6 в минуту, $p < 0{,}001$), по сравнению с началом

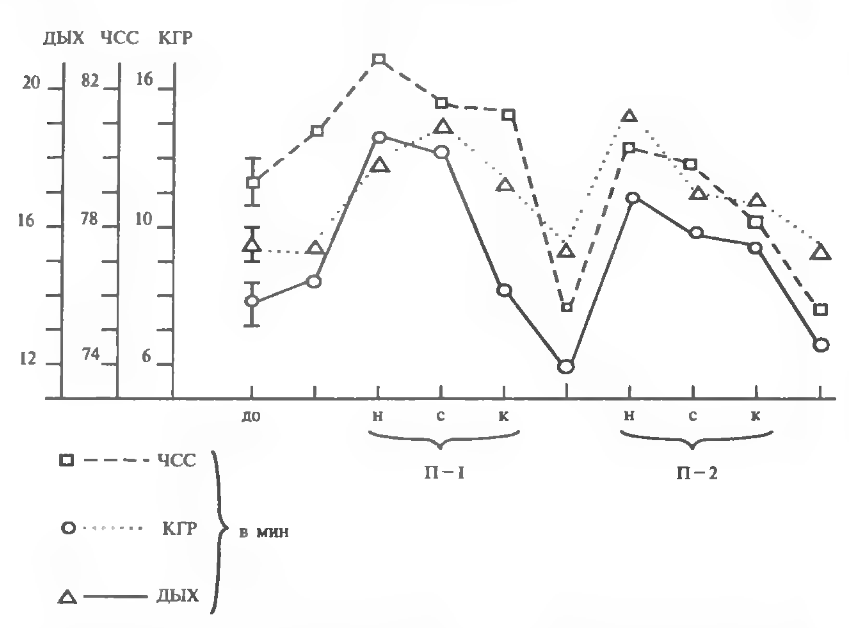


Рис. 8. Средние значения частоты сердечных сокращений (ЧСС), кожно-гальванической реакции (КГР) (в мин) и дыхания (ДЫХ) для группы испытуемых ($N = 40$) до начала исследования (до), в начале (н), середине (с) и конце (к) программ П-1 и П-2. Указаны также средние ошибки для показанных значений

записи. Наибольшей активацией по частоте кожно-гальванических реакций и по возрастанию ЧСС сопровождалось начало программы П-1. Как в средних данных, так и у отдельных испытуемых наблюдалось небольшое снижение (на 5–10 %) активации показателей (ЧСС, кожно-гальванические реакции и частота дыхания) при выполнении программы П-2 по сравнению с выполнением П-1. При этом у каждого из испытуемых до самого конца программы П-2 по сравнению с фоном активация была явно выражена ($p < 0{,}01$–$0{,}05$).

Характерной особенностью ЧСС, проявляющейся у всех испытуемых, является учащение сердечного ритма в начале выполнения программ П-1 и П-2.

Для проверки предположения о том, не связано ли учащение сердечного ритма в начале выполнения программ П-1 и П-2 с началом физической деятельности — нажиманием кнопок, — для 10 испытуемых была проведена запись сердечного ритма после окончания программы П-2 и записи фоновой активности. Испытуемых при выключенном пульте просили нажимать кнопки в случайном порядке. Ритм нажатий

у всех испытуемых был в 1,2–1,5 раза выще среднего ритма нажатий при выполнении программ П-1 и П-2. Однако учащения пульса не было ни у одного из испытуемых, а у 2-х из десяти испытуемых произошло небольшое урежение пульса (с 78 до 65 и с 82 до 76 ударов в минуту). Таким образом, значимое увеличение частоты сердечных сокращений в начале выполнения программы П-1 и П-2 не связано с началом физической деятельности — нажатием кнопок и поэтому может быть интерпретировано как проявление эмоциональной активности. Наличие этого феномена, как в программе П-1, так и в П-2 говорит о сохранении при выполнении программы П-2 общего интереса к получению при выполнении программы П-2 результатов, заданных инструкцией.

В литературе известны данные о наличии учащения пульса в начале — в первые 5–60 секунд — выполнения испытуемыми различных заданий (Heslegrave R., Furedy J., 1978; Ettema J., Luczak H., 1978), что авторы связывают с повышением общего уровня возбудимости центральной нервной системы (arousal), обусловленного мотивационными и эмоциональными факторами. Аналогичный усиленный сердечный компонент вегетативных реакций наблюдался также при первых рефлекторных ответах в опытах на животных (Шидловский В. А., 1961). Имеется также указание на то, что деятельность типа тэппинг-теста (нажимание кнопок с частотой до 7-ми в секунду) не вызывает учащения пульса и увеличения частоты кожно-гальванических реакций (Carriero, 1975). Таким образом, представляется логичным вывод о мотивационной и эмоциональной обусловленности учащения пульса и дыхания при выполнении программ П-1 и П-2.

Анализ индивидуальных различий, проявляющихся в вегетативных показателях, зарегистрированных при выполнении программ П-1 и П-2, показал, что эти различия находятся в пределах, обычно наблюдаемых во время решения различных задач. Так, в работе А. А. Крауклис и И. А. Казановской (1979) при выполнении сенсомоторных задач у четырех испытуемых обнаружено увеличение ЧД на 8–10 дыханий в минуту и ЧСС на 5–10 в минуту.

Характеризуя общую активацию вегетативных показателей при выполнении программ П-1 и П-2, следует отметить два момента. Первый заключается в том, что максимально выраженные изменения частоты сердечных сокращений и частоты дыхания при выполнении программ П-1 и П-2 находятся в обычных пределах, наблюдаемых при выполнении других экспериментальных задач.

Второй момент заключается в том, что в отличие от других методик, в которых при повторении задачи или ее продолжении наблюдается значительное снижение активации вегетативных показателей (например, Крауклис А. А. и Казановская И. Н., 1979), особенно при выполнении задач на обнаружение стимулов (Milosevic S., 1975), в условиях выполне-

ния программ П-1 и П-2 выраженная активация сохраняется до конца выполнения программы П-2.

Сохраняющаяся на всем протяжении исследования активация, проявляющаяся в учащении ЧСС, дыхания и частоты кожно-гальванических реакций, может быть интерпретирована как проявление у испытуемых устойчивой мотивации, направленной на выполнение инструкции в условиях заданной задачи, в течении всего выполнения этих программ.

4.2.5. Сопоставление обучаемости испытуемых при разном уровне заинтересованности в получении заданных инструкцией результатов и разной информированности о структуре программы

Известный закон Йеркса—Додсона выражает закономерность, заключающуюся в том, что для каждой деятельности имеется свой оптимальный уровень мотивации, зависящий от сложности этой деятельности, ниже и выше которого деятельность страдает.

Для выяснения вопроса об уровне мотивации на 20-ти испытуемых студентах МГУ было проведено исследование, в котором уровень мотивации варьировали, а программа П-2 выполнялась в течение 4-х часов. Испытуемые после прохождения программы П-1 были разделены на 4 группы, и испытуемым первой группы сообщалось, что они получат 10 рублей (1/3 стипендии) независимо от достигнутого результата. У испытуемых остальных групп создавалась дополнительная мотивация двумя разными способами. Испытуемым II и IV групп обещали заплатить от 3-х до 10-ти рублей, в зависимости от полученных результатов. Испытуемым III и IV групп показывали схему первого блока программы П-2 и сообщали о смене действий по ходу программы. Такое ознакомление со структурой программы представляло собой, по сути дела, своеобразное обогащение акцептора результатов действий, соответствующего познавательной мотивации. Испытуемые этих групп могли более четко представить себе тот результат, которого они могли добиться в многочасовом эксперименте, а также способ его получения. Условие — оплата в зависимости от результата — действовало в группах II и IV, условие — показ схемы программы — в группах III и IV.

Результаты исследования показаны на рис. 9, а также в табл. 1.

Рис. 9 иллюстрирует зависимость среднего для каждой из четырех групп числа ошибочных (лишних) действий, выбранных испытуемыми на протяжении исследования в каждом из циклов программы.

Очевидно, что число ошибочных действий, не приводящих к смене цвета на пульте, должно уменьшаться при обучении и более частом выборе правильных действий. Среднее число ошибочных действий для первого цикла для всех групп вместе составляет 114 ± 12 и значения, полученные для каждой из 4-х групп в первом цикле, практически

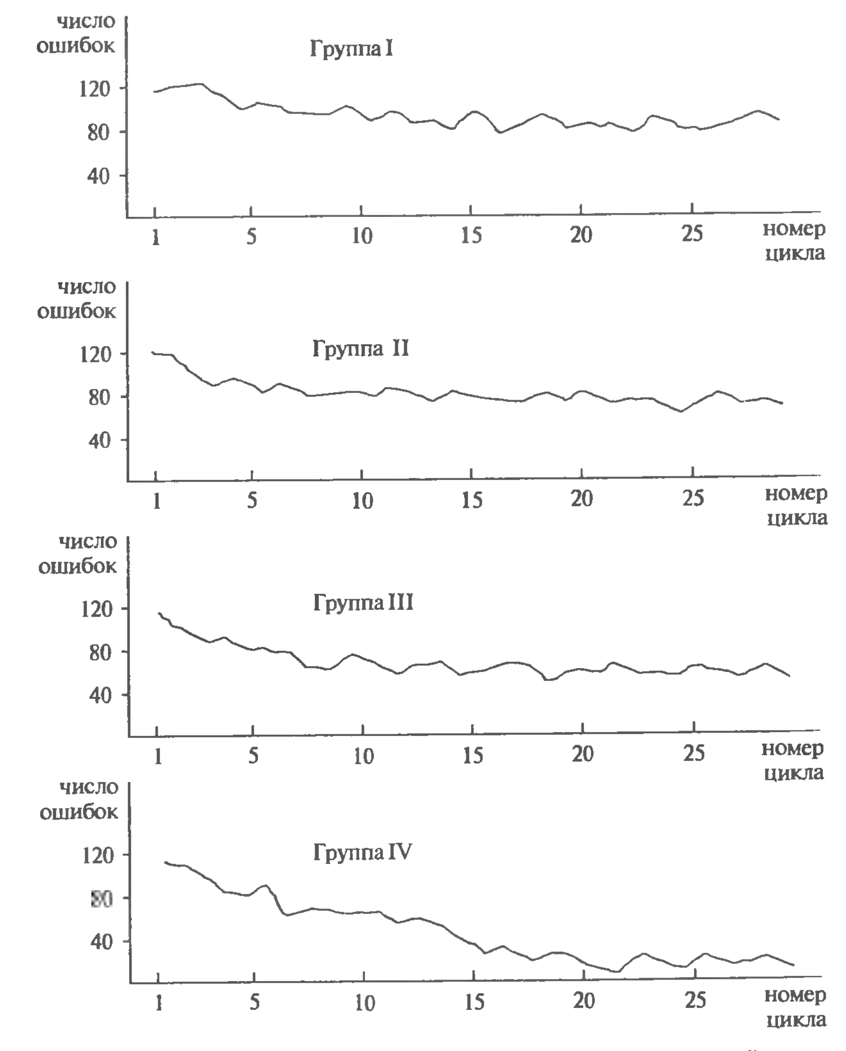


Рис. 9. Изменение среднего числа ошибочных действий для каждой из четырех групп в 30 циклах четырехчасового эксперимента

не отличались от общего среднего. Постепенно, по мере продолжения исследования, как видно из рис. 9, число ошибочных действий в каждой группе уменьшалось.

В табл. 1 приведены критерии различия между группами в среднем числе ошибок для тридцати циклов программы П-2, начиная с первого.

При вычислении различий усреднение проводилось с учетом числа ошибочных действий, выбранным каждым испытуемым в каждом блоке цикла.

Из табл. 1 видно, что по мере продолжения исследования, начиная с третьего цикла появляются значимые отличия в обучаемости между группами. Основные результаты при этом сводились к следующим:

1. Несмотря на отсутствие дополнительной заинтересованности, испытуемые I и II групп до конца четырехчасового периода выполняли программу. Случаев отказа от ее выполнения не было. Выполнение программ в III и IV группах у отдельных испытуемых (у двух испытуемых в группе IV и у одного — в III группе) было прервано на третьем и четвертом часе в связи с тем, что ошибки в выполнении программы практически исчезли (1–2 ошибки на блок программы).

2. При выполнении первых двух циклов программы значимых различий в числе ошибочных действий между группами не обнаружено (рис. 9, табл. 1).

3. Заметное различие в обучаемости между группами, проявляющееся в числе ошибочных действий, обнаруживается только после 3–4-го цикла (табл. 1). При этом наибольшая обучаемость наблюдалась у группы IV, которая была стимулирована обещанием дополнительной оплаты и кроме того знакомилась со структурой программы.

4. Результаты, полученные испытуемыми второй группы, которая стимулировалась обещанием дополнительной оплаты за хорошие результаты, и третьей, которая знакомилась со структурой программы, показывают, что оба эти фактора оказали влияние на улучшение обучаемости, проявившееся начиная с третьего цикла. Кроме того, видно также, что ознакомление со структурой программы оказало несколько большее

Таблица 1. Значение критерия t-Стьюдента для сравнения среднего числа ошибок, совершаемых испытуемыми I, II, III и IV групп в тридцати циклах программы. Каждые две группы сравниваются попарно

Циклы	1	2	3	4	5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30
Группы										
I–II	0,48	0,35	2,31*	3,72***	2,81**	4,29*	1,97	2,22*	1,94	1,96
I–III	0,85	0,84	2,42*	3,36**	2,82**	5,49***	4,6***	3,62**	3,12**	3,59***
I–IV	0,81	1,71	2,9**	3,25**	3,35**	5,22***	5,59***	8,6***	9,06***	9,13***
II–III	0,19	0,72	0,89	0,09	1,93	1,47	2,67*	1,64	1,44	1,43
II–IV	0,73	1,24	1,6	1,82	2,8**	2,84**	4,17***	6,49***	6,82***	5,94***
III–IV	0,21	0,63	1,02	1,6	1,5	1,85	2,09*	4,33***	4,76***	4,43***

Значимые различия указаны: * — $p < 0{,}05$; ** — $p < 0{,}01$; *** — $p < 0{,}001$.

влияние на успешность усвоения и выбора правильных действий, чем дополнительная денежная стимуляция.

Как уже упоминалось ранее, основной мотивацией в условиях данной методики является желание испытуемых проявить свои способности. Существенную роль может играть также исследовательский интерес к пониманию предъявляемой задачи. Учитывая, что испытуемыми в данном случае были студенты 2–3 курса МГУ, возможность получить дополнительно, в зависимости от результатов эксперимента до 12 (советских) рублей, могла обусловить заметную дополнительную заинтересованность в получаемых результатах.

Ознакомление испытуемых III и IV групп со структурой программы давало возможность испытуемым более четко представить себе тот результат, которого они могли достичь, а также, возможно, ориентировать их в какой-то степени на способ достижения этого результата путем учета совершающейся по ходу программы смены действий, необходимости переключаться на новую схему подкрепляемых действий после смены блока и т. д. Как уже упоминалось, такое обогащение аппарата акцептора результатов действия, соответствующего познавательной мотивации, в сочетании с дополнительной денежной заинтересованностью позволяло испытуемым IV группы добиться наилучшего результата. Существенно также, что дополнительная познавательная заинтересованность позволила испытуемым III группы добиться лучших результатов, чем были получены испытуемыми II группы, у которых дополнительная заинтересованность вызывалась только денежным стимулированием.

Полученные данные об улучшении результатов длительного эксперимента при увеличении мотивации, связанной как с материальным фактором (группы II и IV), так и с обогащением акцептора результатов действия (группы III и IV) показывают, что в исследовании действительно создавалась дополнительная мотивация. Характерно, что на протяжении первых двух циклов программы оба эти фактора не оказывали влияния на получаемые результаты.

Поскольку все исследования, результаты которых приведены в других разделах данной работы, основаны на одном-двух циклах программы П-2, можно сделать вывод о том, что эти исследования проведены в условиях, когда у испытуемых создавалась достаточно сильная, устойчивая и оптимальная мотивация.

4.2.6. Анализ мотивации испытуемых по анализу результатов их опроса

Ответы на вопросы проанализированы для трех групп испытуемых, включавших, соответственно, 89, 103 и 100 человек. Распределение ответов для этих групп статистически не различалось, поэтому данные для них объединены.

Таблица 2. Распределение ответов испытуемых (в процентах) на вопросы, заданные после программы П-2

Вопрос	Ответы		
	Нет	Неопределенный или отсутствие	Да
Трудная ли была задача?	86	8	6
Было ли интересно?	4	2	94
Не устали ли Вы?	92	5	4

На вопрос «Довольны ли Вы своим результатом?» — ответы распределялись следующим образом: «Нет», «Не совсем», «Слабовато» и тому подобные ответы — 49%, ответ «Не знаю» — 37% и ответы «Да», «Более или менее», «Нормально» и т. п. — 14%. Обращает на себя внимание низкий процент испытуемых (14%), выражающих удовлетворение достигнутым результатом.

На вопрос «Могли бы Вы улучшить свой результат, если повторить задачу», большинство испытуемых (64%) отвечали утвердительно, 26% отвечали «не знаю» и остальные 10% отвечали «попробую», «постараюсь», и т. п. Из такого распределения ответов можно сделать вывод, что испытуемые хотя и не были довольны своим результатом, но не рассматривали задачу, как чрезмерно трудную. Большинство испытуемых надеялись улучшить свой результат.

В табл. 2 приведены количественные данные о распределении ответов на стандартные вопросы (первый, четвертый, пятый и восьмой) после прохождения программы П-2. Эти ответы подтверждают данные, полученные в результате анализа ответов после программы П-1, и показывают, что практически все испытуемые воспринимали задачу как интересную, она их не утомляла, и трудность ее воспринималась как адекватная («не трудная» или «средняя»).

С целью более детального анализа установки испытуемых в проводимых исследованиях были проанализированы также данные, полученные из письменных отчетов 143 испытуемых о своих впечатлениях о решении задачи. Просьба об отчете была неопределенной, чтобы не навязывать испытуемым какого-либо предвзятого мнения со стороны экспериментатора.

Анализ этих отчетов показал, что 56% испытуемых дали прямую оценку степени своего интереса, причем 53% выразили положительный интерес к выполнению программы.

Из остальных 44% в 21% случаев содержались косвенные замечания, которые также можно было интерпретировать как проявление интереса к исследованию.

Примерами могут служить такие высказывания: «Делал все возможное, чтобы выполнить задачу»; «Отгадывал с напряжением»; «Старался

быть внимательным» и другие. В 23% случаев оценить степень интереса по письменному отчету ввиду его краткости не представилось возможным. Только 3% испытуемых выразили явное отсутствие интереса к выполнению задания.

Анализ письменных отчетов испытуемых позволил также использовать эти данные для выявления источников мотивации испытуемых в условиях данного эксперимента. Обычно мотивация в исследованиях с человеком является социально-обусловленной. Испытуемые стремятся получить хорошую оценку экспериментатора, проявить свои способности, быть не хуже или лучше других. Большую роль играет также исследовательский интерес, стремление освоить новый тип деятельности. Эти два источника мотивации могут быть взаимосвязаны. Исследовательский интерес может проявляться до тех пор, пока задача не решена, пока есть препятствие и возможность проявить свои способности, возможность соревнования. После окончания программы П-1 деятельность каждого испытуемого оценивалась экспериментатором как хорошая, но ему при этом говорили, что он мог бы действовать и лучше.

Анализ отчетов показал, что испытуемые воспринимали задачу как возможность проявления своих способностей, возможность проявить себя в определенном плане.

Одним из факторов, способствующих возникновению и поддержанию интереса при выполнении испытательных программ, являлась такая степень ее трудности, при которой испытуемые достигали положительных результатов — включали звезду и угадывали правильные действия, однако не могли полностью освоить схему задачи, что приводило к большому числу ошибочных действий. Благодаря этому у каждого испытуемого оставался элемент неудовлетворенности своими результатами и стремление их улучшить.

Такой постоянный интерес в течение всего выполнения задачи существенно отличает данную экспериментальную методику от других (Власова М. М., 1954; Бойко Б. И., 1976), в которых испытуемые иногда теряют интерес либо вследствие слишком сложной задачи, с которой они совершенно не справляются, либо слишком простой, которую они выполняют без всяких усилий. Известно, например, описание задач с кнопками и сигналами, при выполнении которых, практически у всех испытуемых развивалось так называемое «внешнее торможение», проявляющееся в том, что они становились сонными и засыпали (Власова М. М., 1954).

Известно также, что некоторые испытуемые отказываются от выполнения слишком сложных для них задач (Нюттен Ж, 1975).

В условиях нашей методики было всего 3 случая отказа на 400 здоровых взрослых испытуемых. Случаев «сонного торможения» не было совсем.

Приведенные данные показывают, что субъективные впечатления испытуемых об общей заинтересованности в получении высоких результатов совпадают с объективными данными о степени активации, полученными при анализе вегетативных показателей.

4.2.7. Иерархия мотиваций и этапных результатов при выполнении программы

Возникает вопрос о том, направлена ли мотивация испытуемых на результаты, заданные инструкцией, — получение изображений звезды и включение сигналов с минимумом лишних нажатий кнопок.

Испытуемый может, например, имея достаточную мотивацию для получения изображений звезды в соответствии с инструкцией, в то же время ориентироваться не на включение сигналов, как приближающих его к звезде, а на собственные гипотезы о структуре последовательностей действий, о логике построения задачи.

Если внимание испытуемого, в соответствии с тем, как это задано инструкцией, сосредоточено на получении изображения звезды, включении сигналов S_4, S_3, S_2, S_1 с минимумом лишних нажатий, то именно эти события должны вызывать эмоциональные реакции (положительные при получении результатов и отрицательные при неполучении), сопровождающиеся изменениями вегетативных показателей. Если же внимание испытуемого поглощено абстрактно-логическим анализом ситуации, то эмоциональные реакции должны быть связаны, главным образом, с внутренними событиями и результатами такой деятельности (Путляева Л. В., 1979) и в меньшей степени с внешними событиями, т. е. с включением сигналов.

Анализ сопряженности вегетативных реакций с событиями программы был проведен для 40 испытуемых, у которых при выполнении программ П-1 и П-2 регистрировали дыхание, сердечный ритм и кожно-гальванические реакции.

Сопряженность с событиями программы кожно-гальванических реакций и реакций в дыхании типа вдох-выдох хорошо прослеживалась у всех испытуемых. При этом наиболее частыми реакциями были кожно-гальванические, средняя частота которых для 40 испытуемых составляла 3–4 на одну цепочку программы П-2.

Следующими по частоте встречаемости были реакции в дыхании типа глубокого вдоха и сразу следующего за ним выдоха. Такие реакции встречались в среднем 8 раз на одного испытуемого в течение программы П-2. У двух испытуемых их число достигало 30–40, а минимальное число было 2–3. Другие реакции в дыхании (например, вдох с задержкой или учащением дыхания на вдохе) встречались значительно реже (в среднем менее одного раза на исследование) и не у всех испытуемых. Как уже упоминалось, выраженные реакции в сердечном ритме (типа

выраженного учащения или «урежения») в процессе выполнения программы было трудно выделить.

На основании вышеизложенного, для сопоставления с событиями программы (включением промежуточных сигналов и звезды, совершением ошибочных действий) были выбраны кожно-гальванические реакции и реакции в дыхании типа вдох-выдох.

Анализ реакции в дыхании типа вдох-выдох показал, что 81 % этих реакций возникает в момент включения звезды. Реакцию эту можно рассматривать как «вздох облегчения — наконец-то получено изображение звезды!» Приурочивание этой реакции к включению звезды говорит о том, что ее включение субъективно оценивается испытуемым как важный результат.

Сопоставление кожно-гальванических реакций с событиями программы облегчалось тем, что латентное время кожно-гальванических реакций для каждого из испытуемых варьирует в сравнительно небольших пределах (вариации латентного времени для одного и того же испытуемого находились в пределах 0,3–0,5 секунд) и таким образом, возможна довольно точная привязка этих реакций к моменту их возникновения. Сопряженными с событиями программы (зажиганием звезды), считались те кожно-гальванические реакции, которые, с учетом их латентного времени, можно было считать возникающими в момент включения сигналов S_4, S_3, S_2, S_1, либо звезды.

Анализ латентного времени кожно-гальванических реакций показал, что 86 % всех кожно-гальванических реакций было сопряжено с моментами этих событий и только 14 % можно было отнести к промежуткам между выбором действий.

Дополнительные данные в пользу того, что возникновение кожно-гальванических реакций при выполнении программы П-2 тесно связано с получением результатов, заданных инструкцией, были получены путем анализа частоты возникновения кожно-гальванических реакций в моменты разных событий программы. Эти данные представлены в табл. 3. Оказалось, что момент включения звезды сопровождается кожно-гальваническими реакциями в 45 % случаев; момент включения S_4 — первого этапного сигнала в цепочке — в 66 %; момент включения сигналов S_3, S_2 или S_1 — в 34 % случаев и момент ошибочных действий — в 16 % случаев.

Полученные значения частоты (строка А) можно сравнить со значениями частот возникновения кожно-гальванических реакций, которые получились бы в том случае, если бы вероятности возникновения кожно-гальванических реакций в моменты указанных в таблице событий были одинаковы. Эти гипотетические вероятности были получены путем деления общего числа наблюденных кожно-гальванических реакций на общее число событий (включений этапных сигналов, звезды и совершенных ошибок). Учитывая, что число наблюденных случаев, для которых были вычислены частоты, превышало 2 000 (64 включения каждого сигнала

Таблица 3. А — Частота (в процентах) возникновения кожно-гальванических реакций в разные моменты программы П-2; Б — Значения частоты возникновения кожно-гальванических реакций, которые получились бы, если бы вероятность возникновения кожно-гальванических реакций была одинакова для перечисленных событий программы

	S_4	S_3	S_2	S_1	ЗВ	ОШ
А	66	35	34	33	45	16
Б	30	30	30	30	30	30

Где: S_4, S_3, S_2, S_1 — включение сигнала соответствующего этапа;
ЗВ — включение звезды;
ОШ — нажатие ошибочного действия.

в эксперименте, умноженное на число экспериментов), можно отметить, что полученные экспериментально частоты (строка А в табл. 3), существенно отклоняются от равномерного распределения (строка Б) по высокому уровню значимости (для S_4 $p < 0{,}0001$). Следует также заметить, что полученное распределение частот возникновения кожно-гальванических реакций в моменты разных событий программы не различалось существенно для двух циклов программы П-2.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что во-первых, эмоциональные реакции испытуемых (возникающие по ходу программы кожно-гальванические реакции) тесно сопряжены с получением результатов, заданных инструкцией, включением сигналов S_4, S_3, S_2, S_1 и звезды и, во-вторых, что по числу возникающих реакций существенно выделяется включение первого сигнала — S_4 в цепочке, ведущей к звезде и получение изображения звезды. Кроме того, получение изображения звезды также существенно выделяется по реакциям в дыхании типа глубокий вдох—выдох.

Латентное время выбора действий испытуемыми можно рассматривать как важнейший параметр принятия решения. Время принятия решения связано с объемом памяти, просматриваемой в афферентном синтезе (широтой афферентного синтеза), с тем насколько прочны следы памяти о прошлых событиях. В модели это эквивалентно проводимостям связей между элементами, кодирующими события в среде.

Анализ латентных времен выбора действий был проведен для группы испытуемых, включающей 40 курсантов. В случае ошибочного выбора первой кнопки интервал времени от момента нажатия первой кнопки до момента нажатия второй давал время выбора второй кнопки и т. д. В измеренный подобным образом интервал времени, кроме собственно латентного времени принятия решения о выборе действия, могло входить время совершения рукой движения для нажатия выбранной кнопки. Это время могло быть приближенно учтено путем вычитания интервала времени от включения сигнала до нажатия центральной кнопки.

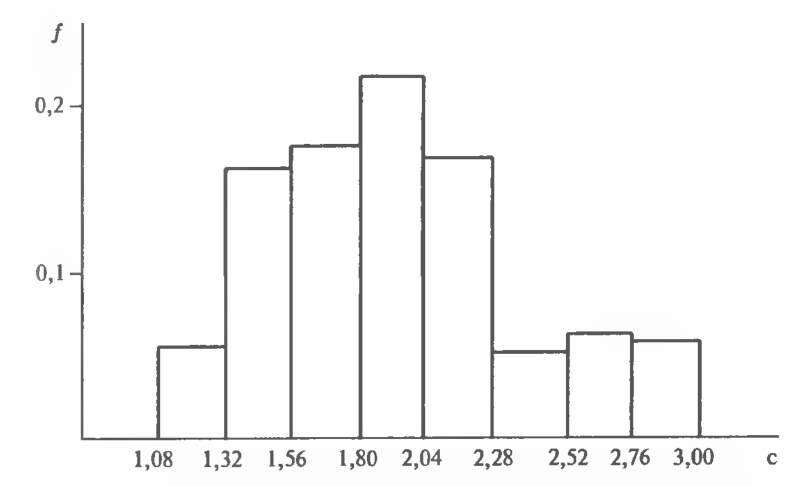


Рис. 10. Гистограмма среднего латентного времени, характеризующего процесс принятия решения при выборе действий в программе П-2 для 200 испытуемых (f — доля испытуемых)

В 10 экспериментах производилась регистрация нажатия центральной кнопки, и время совершения движения рукой от центральной кнопки к периферической оказалось равным 0,1–0,2 секунд.

На рис. 10 показана гистограмма средних латентных времен выбора действий для 200 испытуемых в программе П-2. Общее среднее время по испытуемым равно $1{,}8 \pm 0{,}03$ секунд. Видно, что испытуемые сильно различаются по этому показателю. Поскольку инструкцией не создавалась специальная установка работать быстрее или медленнее, каждый испытуемый выбирал сам темп выбора действий. Оценка среднего значения латентных времен для всех испытуемых с учетом времени, затрачиваемого на нажатие центральной кнопки (ориентировочно 0,1–0,2 секунд) дает величину 1,7–1,6 секунд, которая может быть сопоставлена с данными о латентном времени ассоциативных реакций (Бойко Е. И., 1976). Согласно данным, полученным разными авторами, среднее латентное время ассоциативного ответа испытуемых колеблется от 0,6 секунд в случае ограниченных ассоциаций (например, назвать месяц года) до 2 секунд и более в случае свободных ассоциаций.

Сопоставление среднего латентного времени выбора действий при выполнении программ П-1 и П-2 с данными об измерении латентных времен выбора действий, выполненных в других исследованиях, показывает, что по среднему значению латентного времени выбора действий выполнение программ П-1 и П-2 можно отнести к деятельности, характеризующейся принятием решения в сложной ситуации.

Представляет интерес анализ различий латентного времени выбора действий на различных этапах программы. Если среднее латентное время выбора действий характеризует ситуацию принятия решения в программах П-1 и П-2 как сложную, то увеличение латентных времен для некоторых ситуаций может быть связано с усложнением принятия решения, а уменьшение латентного времени выбора действий — с облегчением. Для иллюстрации разброса латентного времени на рис. 11 показаны гистограммы латентных времен выбора действий для двух испытуемых, занимающих крайние положения на общей гистограмме (рис. 10). Видно, что и у испытуемых, быстро принимающих решения, и у испытуемых, принимающих решения медленно, латентные периоды выбора действий характеризовались большим разбросом.

Детальный анализ вариаций латентного времени выбора действий был проведен для программы П-2, в которой поведение испытуемых носило устойчивый характер и практически отсутствовали попытки осмысленного логического ее решения, во время которых в начале программы П-1 испытуемый мог задумываться на несколько десятков секунд.

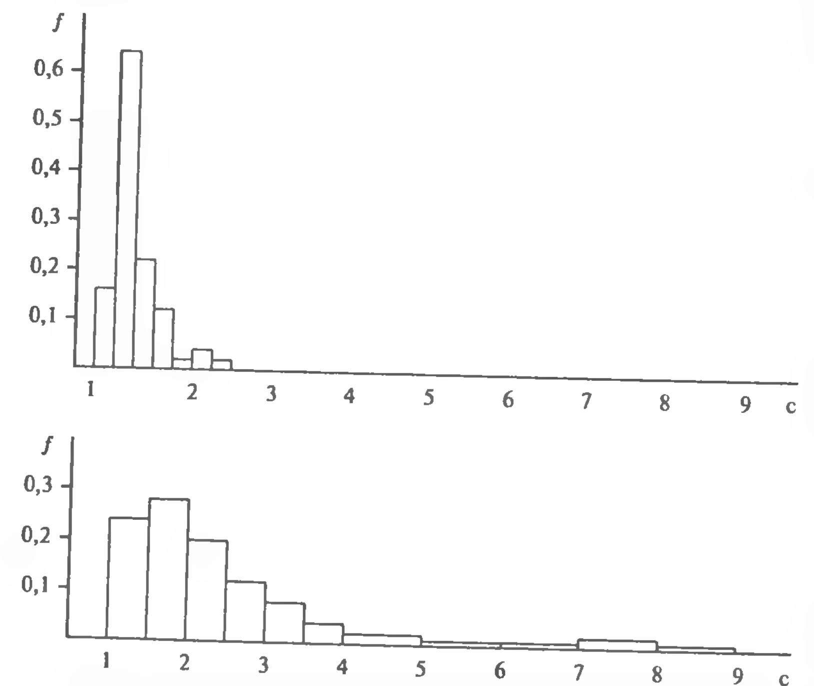


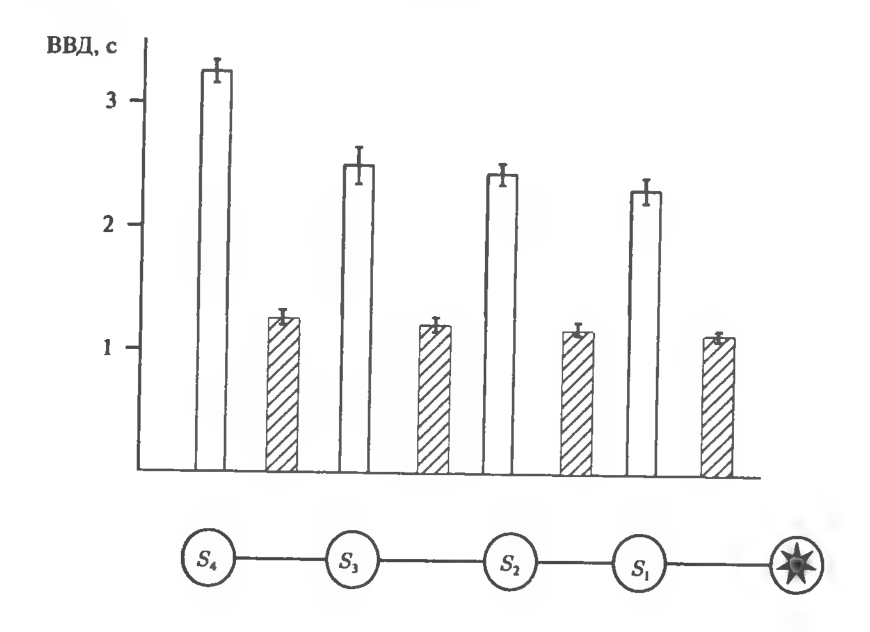
Рис. 11. Гистограммы распределения латентного времени выбора действия для двух испытуемых, занимающих крайние положения по значениям среднего латентного времени выбора действий (f — доля испытуемых)

На рис. 12 показаны средние значения латентных времен выбора действий и доверительные границы для них по уровню $p < 0,01$ для этапов S_4, S_3, S_2, S_1, полученные по 40 испытуемым. На этом же рисунке показано латентное время выбора действий, которые следуют за действием, совершаемым первым после включения этапного сигнала, в тех случаях, когда это действие не вызвало смены сигнала. На рис. 12 видно, что максимальное латентное время выбора действий характеризует принятие решения на этапе S_4. Далее, время принятия решения уменьшается соответственно последовательности этапов S_3, S_2, S_1. Кроме того, на каждом этапе программы время выбора первого действия после включения сигнала этапа существенно выше, чем время выбора второго и третьего, в случаях, когда первое действие не переключило этапный сигнал (1,2 и 1,1 секунд для второго и третьего действия, соответственно).

На рис. 12 показаны также для сопоставления с латентными временами выбора действий при включении разных сигналов рассмотренные выше данные о частоте возникновения кожно-гальванической реакции при включении тех же сигналов. Однако прежде чем перейти к совместному обсуждению полученных результатов, рассмотрим различные возможные гипотезы, которые можно было бы предложить для объяснения полученных распределений частот кожно-гальванических реакций и величин латентных времен выбора действий на основании известных в литературе представлений о причинах изменения латентных времен выбора действий и появления кожно-гальванических реакций.

Из обзоров, посвященных исследованиям времени реакции человека (Бойко Е. И., 1964; Шошолль Р., 1965), известно, что это время зависит от очень большого числа различных факторов. При этом основные данные о зависимости времени выбора реакций от числа альтернатив, от сложности выбора и других подобных условий получены в ситуациях, когда испытуемому предлагалось реагировать возможно скорее и имелся набор стимулов, на каждый из которых он должен был отвечать соответствующей реакцией (Бойко Е. И., 1964; Theios J., 1977 и др.). В этих условиях время выбора реакции увеличивалось с увеличением числа альтернатив и уменьшалось с уменьшением вероятности стимулов. Непосредственно применить эти данные к анализу латентных времен выбора действий при выполнении программы П-2 затруднительно по следующим причинам. Во-первых, испытуемые не ограничивались временем выполнения задачи и темп выбора действий был свободный. Во-вторых, важным отличием условий, которые имели место при выполнении программы П-2, от рассматривавшихся ранее в задачах с альтернативным выбором является то, что в выборе действий в программе П-2 существенную роль играло обучение испытуемых.

Последнее обстоятельство может оказывать влияние на изменение латентных времен выбора действий, и, действительно, латентное время выбора действий изменяется по ходу программы в последовательных



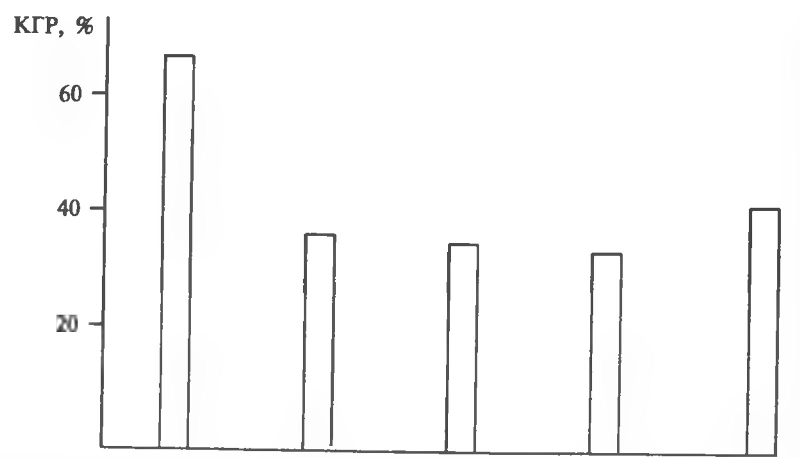


Рис. 12. Средние латентные периоды выбора первых действий группой испытуемых (N=40) на этапах S_4, S_3, S_2, S_1 (светлые столбики) и вторых действий (заштрихованные столбики) в сопоставлении с частотой кожно-гальванических реакций, возникающих на тех же этапах программы П-2 (ВВД — время выбора действия, КГР — частота кожно-гальванических реакций в %)

цепочках для одних и тех же этапов программы в связи с обучением. В литературе также известны данные об укорочении и стабилизации латентных периодов выбора реакций по мере обучения (Ломов Б. Ф., 1966; Шошолль Р., 1966 и др.). Известно также, что в случае, когда изменяется уверенность испытуемого в правильности ответа, наименьшие латентные периоды имеют уверенные (положительные и отрицательные) ответы, а наибольший — неуверенные ответы (Murdock В., 1976).

Однако объяснить исходя из фактора обученности различное латентное время выбора действий при сигнале S_4 и при других сигналах (S_3, S_2, S_1) не представляется возможным.

Действительно, испытуемые выбирали максимальное число правильных действий при сигнале S_3, а минимальное — при сигнале S_2. Первый (S_4) и последний (S_1) сигналы в цепочке, ведущей к включению звезды, занимали промежуточное положение по числу правильных действий, выбираемых испытуемыми при этих сигналах. Таким образом, если бы изменение латентного времени выбора действий при разных сигналах было связано с обученностью (числом выбираемых испытуемыми правильных действий), то картина изменения латентного времени при разных сигналах отличалась бы от представленной на рис. 12. Если латентное время выбора действий уменьшается с увеличением обученности, то минимальное латентное время выбора действий должно было бы быть при сигнале S_3, а максимальный — при сигнале S_2, что не наблюдалось.

Затруднения возникают также при попытке объяснить с известных позиций увеличение частоты кожно-гальванических реакций, возникающих при сигнале S_4. Появление кожно-гальванических реакций связывают чаще всего с ориентировочными, либо эмоциональными реакциями (Грекова Т. И., 1975). Появление кожно-гальванической реакции на новый неожиданный сигнал и ее затухание, если такой сигнал подается многократно и к нему происходит привыкание, является одной из наиболее характерных особенностей кожно-гальванических реакций. Возникновение кожно-гальванической реакции как компонента ориентировочно-исследовательской реакции связывается с активацией лимбико-ретикулярных структур мозга (Грекова Т. И., 1975; Boucsein W., 1992).

Рассмотрение кожно-гальванической реакции как компонента ориентировочно-исследовательской реакции или как показателя чисто эмоциональной реакции не позволяет дать удовлетворительного объяснения причин повышенной частоты кожно-гальванических реакций, возникающих при включении сигнала S_4. Действительно, характерным признаком кожно-гальванических реакций, как компонента ориентировочно-исследовательской реакции, является ее угашение при последовательных включениях сигнала. Однако какого-либо уменьшения частоты кожно-гальванических реакций при включении сигнала S_4 на протяжении программы П-2 не было.

Если предположить, что кожно-гальваническая реакция возникает как компонент чисто эмоциональной реакции, связанной, например, с получением положительного результата, то нельзя объяснить, почему частота кожно-гальванических реакций при включении сигнала S_4 была выше, чем при включении звезды. Можно было бы думать, что в случае отражения в кожно-гальванических реакциях положительной эмоции успеха включение сигнала S_1, как ближайшего к звезде, и, самой звезды должно было бы чаще сопровождаться кожно-гальваническими реакциями, чем включение сигнала S_4, что не наблюдалось. Если бы кожно-гальваническая реакция возникала как результат эмоциональной реакции, связанной с совершением ошибочных действий, то она возникала бы чаще при ошибках, чем при включении сигналов S_4, S_3, S_2, S_1, что также не наблюдалось.

Различными авторами высказаны разные предположения о происхождении кожно-гальванической реакции. Так были рассмотрены соображения о том, что кожно-гальваническая реакция является индикатором принятия решения (Гращенко Н. И., Латаш Л. П., 1965), показателем эффективности реакции (Воронин Л. Г. и др., 1976) продуктивных моментов деятельности (Путляева Л. В., 1979), что кожно-гальваническая реакция связана с появлением новых приемов в действиях (Сахиулина Г. Г., 1944), со значимостью стимулов (Кочубей Б. И., 1979; Bernstein A., 1979; Boucsein W., 1992).

Эти соображения вызывают дискуссии (Кочубей Б. И., 1979; Bernstein A., 1979; O'Gorman, 1979). Однако рассмотренный подход может быть использован для интерпретации полученных данных, при условии его дополнения и развития с позиций теории функциональных систем.

Рассмотрим совместно представленные на рис. 12 данные о частоте кожно-гальванических реакций и латентном времени выбора действий при разных сигналах программы. Что происходит в мозге испытуемого в моменты включения сигналов S_4, S_3, S_2, S_1, изображения звезды? Подходя к анализу этого вопроса с позиций теории функциональных систем, можно следующим образом представить себе картину разворачивающихся при этом процессов. Как показано выше, испытуемые в течение всего выполнения программы П-2 имели мотивацию к выполнению поставленной перед ними задачи. Можно предположить, что в соответствии с тем, как это задано в инструкции, мотивация испытуемых была направлена на получение изображений звезды с минимумом лишних неправильных нажатий кнопок. В соответствии с представлениями теории функциональных систем мотивационное возбуждение, участвуя в афферентном синтезе, формирует программу для получения результата, который должен привести к удовлетворению доминирующей мотивации.

В процессе выполнения программы П-1 испытуемый усваивал, что для получения изображений звезды необходимо последовательно включить каждый из сигналов: S_3, S_2, S_1 и что при каждом из сигналов необходимо выбрать одну из кнопок, которая будет правильной и включит следующий сигнал. Таким образом, можно предположить, что при выполнении программы П-2 у испытуемых имелись этапные мотивации, направленные на получение сигналов последовательных этапов: S_3, S_2, S_1, и что при каждом из сигналов испытуемый старался выбрать одну из кнопок, которая будет правильной и включит следующий сигнал. В афферентном синтезе функциональных систем, соответствующих этим мотивациям, формировалась программа действий (фактически, принималось решение о выборе одного из действий) для получения сигнала следующего этапа.

Выделение первого этапа (S_4) по величине латентного времени выбора действий совпадает с его выделением по повышенной частоте кожно-гальванических реакций на этом этапе. Представляется весьма правдоподобным, что кожно-гальваническая реакция, возникающая при включении сигнала S_4, является отражением распространения в структурах мозга мотивационного возбуждения в процессе афферентного синтеза, в котором формируется программа цепочки действий от начального этапа цепочки S_4 до получения изображения звезды.

Латентное время выбора первого из действий при включении каждого из сигналов — S_3, S_2, S_1 — было существенно выше латентного времени выбора второго (или третьего действия), если первое (или, соответственно, и второе) оказалось ошибочным.

Поскольку афферентный синтез при выборе первого действия (после включения этапного сигнала) уже произошел, то выбор второго (и третьего) мог происходить из уже «проигранных» вариантов. Мотивационное возбуждение, участвующее в афферентных синтезах на этапах программы также проявлялось в кожно-гальванических реакциях, которые возникали при сигналах S_3, S_2, S_1, хотя и реже, чем при сигнале S_4, однако значительно чаще, чем при совершении ошибочных действий или в промежуточные моменты между включениями сигналов и совершением действий или в промежуточные моменты между включениями сигналов и совершением действий.

Общую схему иерархического соподчинения результатов при выполнении программы П-2 можно представить следующим образом. Главным результатом, на который направлена социально обусловленная мотивация испытуемых (соревновательная, стремление проявить свои способности), являлось, в соответствии с инструкцией, получение максимального количества изображений звезды с минимумом нажатий кнопок. Этот результат складывался из последовательного получения каждого из изображений звезды, и в соответствии с этим, возникала субмотивация, направленная на получение каждого очередного изображения звезды. Получение изображения звезды обеспечивалось путем последовательного включения этапных результатов (сигналов S_3, S_2, S_1),

и следующий уровень мотиваций — это этапные субмотивации, направленные на получение этапных сигналов.

Мотивационная значимость получения каждого из изображений звезды проявлялась в эмоциональных реакциях — глубоких вдохах и выдохах, кожно-гальванических реакциях, возникающих при получении изображения звезды.

В соответствии с принципом системного квантования поведения на основе доминирующих мотиваций, предложенным К. В. Судаковым (1992, 1997), можно полагать, что в условиях выполнения программы П-2 выделялись субъективные системокванты поведения двух уровней — от начального сигнала цепочки до включения звезды и «вложенные в них» — от одного этапного сигнала до другого. Каждый из системоквантов характеризовался при этом законченной архитектурой поведенческой функциональной системы. При этом обнаруживается соподчиненность системоквантов, вытекающая из соподчиненности мотиваций, определяющих выделение этих системоквантов.

В пользу вывода об иерархической структуре функциональных систем, определяющих поведение при выполнении программы П-2, можно привести дополнительные данные.

Так, было обнаружено, что сопряженность вегетативных реакций (в дыхании и кожно-гальванических реакций) с получением изображения звезды проявлялась с самого начала выполнения программы П-1 и сохранялась до конца выполнения программы П-2. Сопряженность же кожно-гальванических реакций с включением этапных сигналов увеличивалась по мере выполнения программы П-1. В начале ее (первые 8 цепочек) связь моментов возникновения кожно-гальванической реакции с включением этапных сигналов была значительно слабее ($p < 0{,}01$), чем в ее середине и при выполнении программы П-2. Эти данные можно рассматривать как подтверждение того, что иерархическая структура поведенческих системоквантов формируется в процессе выполнения программы П-1. С рассмотренным предположением хорошо согласуются также данные о степени осознания выбираемых действий и частотах выбора различных действий.

4.2.8. Неосознаваемый выбор действий при обучении в программе П-2: анализ субъективных впечатлений испытуемых о способах решения задачи

Первые наблюдения, позволившие судить о степени осознания выполняемых действий, были основаны на субъективных впечатлениях о числе правильных действий и способе их выбора, полученных от испытуемых (сотрудников лаборатории), которые могли подробно описать свое состояние во время выполнения программы. Это субъективное впечатление описывалось чаще всего как интуитивное угадывание или

случайный выбор действий и испытуемые были удивлены, когда им сообщали, что больше 50 % выбираемых действий на всех этапах программы выбиралось правильно.

Экспериментальным критерием осознания тех или иных психических феноменов является их вербализация, возможность дать о них словесный отчет (Рубинштейн С. Л., 1946). Исходя из этого, были проанализированы отчеты испытуемых о том, что они помнят после прохождения программы П-1 и П-2. Косвенные данные о том, как возникает осознание совершаемых действий, были получены также из анализа компонентов ориентировочной реакции при подмене ожидаемых результатов.

Вопросы, заданные 292 испытуемым для выяснения общего характера их деятельности при выполнении программ П-1 и П-2, возможного применения каких-либо логических приемов при ее решении, приведены в описании методики. Анализ ответов на вопросы, имеющие отношение к данному разделу, разобьем на две части.

В первой части приведены статистические данные, характеризующие разные ответы, количественно. Во второй части проанализированы индивидуальные данные.

Ответы на задаваемый после программы П-1 вопрос («Как Вы получали звезду?») были распределены на три типа: первый тип ответа — «Не знаю» или отсутствие ответа; третий тип ответа — испытуемый начинает показывать на пульте, какие кнопки он нажимал, чтобы зажглась звезда. В табл. 4 показан процент ответов каждого типа, а также среднее значение показателя R (обучаемости), полученное после выполнения программы П-2 для испытуемых, давших разные ответы. Из таблицы видно, что значения R для испытуемых, давших разные ответы на первый вопрос, статистически не различимы. Ниже будет более подробно проанализирован тот смысл, который испытуемые могли подразумевать под словом «запомнил», а также возможные причины отсутствия ответа или ответа «не знаю».

На второй вопрос «Как чередовались цвета?» большинство испытуемых (84 %) ответили правильно. Из оставшихся 16 % 7 % — «не помню» или «не знаю» и 9 % дали ошибочные ответы, перепутав один или два цвета. Анализ сделанных при этом ошибок показал, что из 26 испытуемых, давших ошибочные ответы, 24 испытуемых правильно назвали последний цвет перед звездой и сделали ошибку в предыдущих сигналах. Таким образом, последовательность этапных результатов отразилась в словесных отчетах испытуемых после прохождения программы П-1, причем тем лучше, чем ближе они к конечному результату — изображению звезды.

Определение показателя R (обучаемости по программе П-2) для подгруппы испытуемых, выделившихся по запоминанию этапных результатов, показал, что в подгруппе, не запомнившей этапные результаты, средние значения R ниже, чем в подгруппе, запомнившей их. Это

Таблица 4. Распределение ответов (в процентах) на вопросы: «Как вы получали звезду?» (А), «Как чередовались цвета?» (Б) и значение показателя R (обучаемости) для испытуемых, давшие разные ответы

А			
Ответы	Запоминал кнопки	«Не знаю» или отсутствие ответа	Показ на пульте
Процент испытуемых	31	44	25
R	$70 \pm 1{,}5$	$73 \pm 2{,}0$	$72 \pm 2{,}1$
Б			
Ответы	Правильно	«Не помню»	Ошибочный ответ
Процент испытуемых	84	7	9
R	$73 \pm 1{,}2$	$68 \pm 3{,}2$	$66 \pm 5{,}1$

$p > 0{,}1$

отличие заметно, хотя статистически не значимо ($p > 0{,}1$). Полученный результат показывает, что отражение в памяти этапных сигналов влияло на обучение в программе П-2. Отсутствие существенного, значимого отличия можно объяснить двумя причинами. Во-первых, обращение внимания испытуемого путем вопроса на последовательность цветов, могло приводить к тому, что испытуемый, начав программу П-2, сразу же запоминал эту последовательность. Во-вторых, этапное подкрепление могло происходить при смене цвета. Испытуемый, таким образом, не запомнив последовательность цветов, тем не менее, мог отмечать включение каждого этапного сигнала, приближающего его к звезде.

Ответ на третий вопрос будет проанализирован в следующем разделе, посвященном анализу воспроизведения в словесных отчетах запомнившихся действий.

Оценивая в целом отсутствие значимых отличий по обучаемости подгрупп испытуемых, дающих разные ответы на задаваемые им вопросы, можно в качестве объяснения этого факта высказать предположение о том, что результаты обучаемости в слабой степени зависят от сознательного восприятия задачи испытуемым. Возможно, что при наличии достаточного уровня мотивации, различие в восприятии сложности задачи, в степени осознания получаемых результатов и другие подобные различия не сказываются существенным образом на обучении и выборе действий.

Наряду с общим статистическим анализом ответов на вопросы представляет интерес также рассмотрение отдельных ответов, которые могут более подробно характеризовать особенности восприятия испытуемыми условий задачи, а также отражение в сознании испытуемых обучения и выбора действий.

Далее проводится анализ ответов испытуемых на вопрос после программы П-1 «Как Вы получали звезду?», а также на вопросы, заданные после программы П-2 «Как Вы решали задачу?» и «Заметили ли Вы какие-нибудь закономерности?».

Анализ ответов на эти вопросы был нацелен на выяснение того, использовали ли испытуемые какие-либо мнемонические приемы запоминания, пытались ли они решать задачу абстрактно-логическим путем и удавалось ли это, в какой степени испытуемые полагались на интуитивное угадывание правильных действий.

Поскольку ответы на второй и третий вопросы после программы П-2 отличались разнообразием, сначала проводится их качественная характеристика, а затем возможная классификация и распределение по разным типам. Так как главный вопрос представляет выявление степени осмысливания задачи, то ниже приведены две группы ответов — первая группа ответов — это ответы, которые можно характеризовать как свидетельствующие об интуитивном способе решения задачи. Вторая группа ответов — это ответы, в которых в максимальной степени проявляется стремление испытуемого осознать совершаемые действия.

Первая группа ответов — низкое осознание. (В скобках приведены инициалы испытуемого, давшего ответ, и значение показателя R — обучаемости для данного испытуемого. Заметим, что при случайном выборе кнопок среднее значение $R = 47$ и $\sigma = 5{,}7$.) При $R > 59$ $p < 0{,}01$.

1. «Когда делаешь интуитивно, то получается, а сейчас вспоминать трудно. Главное — найти красный цвет» (Т. Г., $R = 95$). (Красный цвет — S_3.)
2. «Делал интуитивно» (Д. А., $R = 58$).
3. «Угадывал, только успевал запомнить, все менялось» (П. А., $R = 82$).
4. «Звезду я получал тогда, когда правильно угадывал кнопки, т. е. после 4-х разовой смены цвета. Иногда я замечал систему, т. е. замечал, на какую кнопку загорался определенный цвет. Тогда получать звезду было проще. Когда все менялось, снова начинал искать систему в смысле цветов и кнопок. Все это было интересно, а особенно тогда, когда старался угадать, какая кнопка соответствует в данном варианте смене цветов. Мешало то, что это происходило быстро» (М. В., $R = 78$).
5. «Чтобы получить звезду, я сначала искал красный цвет, потом желтый, а затем нажимал на правую кнопку, но сначала нажимал на левую» (З. Ю., $R = 86$).
6. «Звезду угадывал сначала бессознательно, а потом стал запоминать определенное положение повторяющихся цветов и нажатий кнопок» (Б. Н., $R = 65$).

7. «Когда нажимал на кнопки, то уловил здесь какую-то комбинацию и стал улавливать эту систему. Например, после нажатия верхней кнопки, зеленый цвет меняется на красный, после нажатия на нижнюю — красный меняется на синий и т. д.» (Х. М., $R = 72$).
8. «Делал машинально и точно не помню» (У. Н., $R = 66$).
9. «Иногда повторяются некоторые по два раза. Они как бы по кругу пройдут, потом повторяются» (К. В., $R = 79$).
10. «Ориентировался по цвету, после желтого уже искал звезду» (К. Н., $R = 56$).
11. «Не запомнил, нажимал наугад» (К. М., $R = 50$).
12. «Старался запоминать кнопки, но и следил за сменой цвета» (Н. В., $R = 80$).
13. «Старался запомнить кнопку, которая давала красный цвет, а потом искал» (П. Б., $R = 53$).
14. «Если бы сказали, что надо запоминать, то я бы запоминал, а то я делал машинально» (З. Ю., $R = 60$).
15. «Вначале запоминал, а потом уже как-то само собой» (Р. А., $R = 87$).
16. «Просто нажимал на кнопки, потому что разные комбинации» (М. Г., $R = 83$).
17. «Сначала запоминал, потом они побежали, не стал запоминать» (Т. Г., $R = 88$).

Приведенные ответы являются типичными и повторяются в различных модификациях у разных испытуемых.

Вторя группа ответов, свидетельствующих о желании осмыслить задачу и о том, насколько это удается:

1. «Разворачивал треугольник на разных кнопках» (М. В., $R = 83$).
2. «Запоминал. Пробовал сначала по кругу, потом засек треугольник, потом она переменилась, перешла на другой, часто по диагонали, потом вбок, иногда углом» (К. А., $R = 96$).
3. «Искал геометрически, треугольники, повторение двух, пытался запоминать рисунок, было три рисунка» (К. Н., $R = 80$).
4. «Какая-то закономерность. Треугольник, если поймать, сначала большой, потом маленький» (Б. А., $R = 43$).
5. «Сначала запоминал, получался треугольник, потом разворачивал его на разных кнопках» (Н. К., $R = 91$).
6. «Запоминал комбинации, не всегда повторялись, иногда два раза подряд, старался построить треугольник» (А. Ю., $R = 61$).
7. «Сначала получал звезду, старался получать нажимая треугольником, потом начал нажимать по прямой» (Ч. Н., $R = 48$).
8. «Есть некоторые закономерности. Если нажмешь на крайнюю, дальше идет крестом. Нужно было запомнить последовательность нажатия кнопок» (Р. В., $R = 61$).

9. «Звезду я получал несколькими способами, так как существовало несколько систем. Например, если при нажатии на верхнюю кнопку цвет меняется, то надо было нажимать сначала на нижнюю, затем на правую и затем на левую. Было еще несколько систем. В конце система изменилась и нужно было нажимать на верхнюю, нижнюю и на правую кнопки» (П. А., $R = 78$).
10. «Звезду старался получать путем отгадывания. Как в шахматах стараешься отгадать предстоящий ход противника, так и здесь. А когда ознакомился немного с системой действий, то тоже стал действовать по системе. Раза два вариант получения звезды совпадал, а потом я чувствовал, что вариант изменится и разрабатывал новый вариант. Я чувствовал, что меня стараются подловить на этом. Но все же иногда отгадывал» (П.П., $R = 65$).
11. «Запоминал, повторял 2–3 раза, потом знал, что сменится, нажимал чаще по часовой стрелке, потом следующую, а вообще запоминал зрительно» (Т. А., $R = 75$).
12. «Запоминал кнопку, которая давала цвет, уничтожил ее, выбираю из оставшихся» (Ж. П., $R = 59$).

Приведенные ответы на вопросы, характеризующие желание испытуемого осмыслить решение задачи, практически исчерпывают варианты такого осмысливания. Из приведенных ответов и из анализа остальных ответов видно, что наиболее частым вариантом являлась ассоциация цепочек совершаемых действий с геометрическими образами — чаще всего треугольником.

В табл. 5 приведено количество ответов испытуемых на вопрос о замеченных закономерностях, распределенных на группы следующим образом: А — в ответе содержалось упоминание выбора действий по треугольнику, Б — упоминалась какая-либо другая геометрическая фигура — диагональ или крест, В — упоминалось изменение программы, Г — испытуемый отмечал, что некоторая последовательность или «система» повторялась 2 или 3 раза, Д — испытуемый не заметил каких-либо закономерностей, кроме смены цветов и изменения программы.

Ответы, процент которых приведен в табл. 5, взаимно не исключают друг друга, поэтому их сумма не равна 100 %. Данные таблицы показывают, что попытка осознания структуры программы чаще всего связана с восприятием совершаемых последовательностей действий в виде геометрических фигур. Однако даже такое восприятие, в общем далекое от решения задачи на абстрактно-логическом уровне, проявлялось лишь у сравнительно небольшой части испытуемых, которые к тому же по средней обучаемости не отличались от всей группы в целом ($p > 0{,}3$). В следующем разделе будет более подробно рассмотрен вопрос о том, являлось ли восприятие своих действий в виде геометрических фигур ведущим в выборе действий у подгруппы А или оно являлось

Таблица 5. Количество ответов (в процентах от общего числа) испытуемых о замеченных закономерностях при выполнении программы П-2 и средние значения показателя обучаемости, тип ответа (А—Д) указан в тексте

Тип ответа	А	Б	В	Г	Д
Процент испытуемых	31	6	8	16	49
Значение R	$71 \pm 1{,}7$	$67 \pm 5{,}3$	$74 \pm 3{,}8$	$70{,}5 \pm 2{,}4$	$72 \pm 1{,}3$

только специфическим осознанием общей структуры действий, выбор которых на самом деле совершался по другим механизмам.

Характерно, что практически никто из испытуемых не отмечал закономерностей, которые присутствовали в программе, и которые могли бы быть отмечены, если бы задача решалась на абстрактно-логическом уровне. Эти закономерности легко усматриваются на рис. 6, на котором изображена структура блока программы П-2.

Из этого рисунка видно, что в 4-х из 8 цепочек повторяется одна и та же кнопка в ситуациях S_4 и S_2, видно также, что одна из кнопок практически исключается в 8 цепочках блока и встречается только один раз в блоке. Можно отметить, что при исключении этого действия в 4-х цепочках из 8-ми на этапе S_1 выбирается «неиспользованное» в цепочке действие. Если руководствоваться этими тремя логическими правилами и запоминать только одно действие на этапе S_4, то при выполнении программы П-2 получится значение R — показателя обучаемости, равное 100, что значительно выше, чем у большинства испытуемых.

Однако ни один из испытуемых такой логической системы выбора действий в ответах на вопросы не отмечал. Что касается упомянутых выше закономерностей, то только 2 из 292 испытуемых отметили, что одна и та же кнопка часто повторялась дважды в цепочке. Ни один из испытуемых не отметил в отчете исключения одной из кнопок в блоке и только один из испытуемых обратил внимания на возможность выбора кнопки, дающей изображение звезды, путем исключения тех, которые уже были использованы в цепочке.

Таким образом, можно сделать вывод, что логический способ решения задачи не играл существенной роли в выборе действий испытуемыми. Дополнительные аргументы в пользу этого утверждения вытекают из результатов подробного опроса группы испытуемых, включающей 20 человек. Для этой группы испытуемых, в которую входили спортсмены батутисты — учащиеся средних школ и МГУ в возрасте от 16 до 21 года — 11 мужчин и 9 девушек — круг вопросов был расширен, поскольку общение между этими испытуемыми в период проведения исследований практически отсутствовало (тренировки их проходили в разные часы, и в группу входили учащиеся из разных школ и факультетов). В этой группе после программы П-2 кроме стандартных вопросов, задавались

вопросы, имеющие целью более подробное выяснение субъективных впечатлений во время выполнения программы, отражения в сознании выбора действий и т. д. Опрос при этом был не формальный и проходил в форме беседы. Задавались, например, следующие вопросы: «Могли бы Вы научить кого-нибудь, как лучше решать эту задачу?», «Что бы Вы могли рассказать своему товарищу, чтобы он лучше выполнил задание?».

После ответа «Запоминал правильные нажатия» следовала просьба: «Постарайтесь подробнее объяснить, что и как Вы запоминали, не применяли ли Вы каких-нибудь правил запоминания, не повторяли ли Вы про себя правильные кнопки?».

Ниже приведены выдержки из протоколов опроса этих испытуемых.

Вопросы «Могли бы Вы научить своих товарищей, как лучше решить задачу?» был задан 9 испытуемым, 5 из которых ответили «Не знаю», двое испытуемых ответили, что «Ничему научить бы не могли, нужно самому попробовать», и двое ответили, что нужно запоминать кнопки и цвета.

Общий характер восприятия задачи может быть виден из следующих высказываний испытуемых:

1. «Сначала думал, потом стал механически нажимать, считая, что рука помнит. Запоминал только красный цвет» (В. А., $R = 56$).
2. «Нажимал иногда не ту кнопку, потом вспомнил правильную. Быстро пропадает желание запоминать» (У. А., $R = 78$).
3. «Запоминал только двигательно, потерял внимание» (Н. Д., $R = 60$).
4. «Повторяли ли в уме?» — на этот вопрос экспериментатора испытуемая О. Н. ответила: «Пыталась в первой части (программа П-1), потом увидала, что это бесполезно. Потом пыталась найти закономерность в построении цепочки: какая цепочка следует за предшествующей, это тоже не удавалось. Никакую кнопку ни к какому цвету привязать не могу, меняются по очереди, никакую систему не уловила». На вопрос вспомнить какую-либо цепочку действий без показа на пульте испытуемая сказала: «Я так не могу. Я подвигаю тогда в уме» (О. Н., $R = 73$).
5. «Чаще построения по треугольнику, которые перемешались в пространстве. Перебор слепой, поиск сектора, потом угадывание. Интуитивное чувство предвидения. Отдельные варианты сразу запоминались» (М. Л., $R = 78$).
6. «Если я старалась запомнить последовательность нажатий, предположим нажимала и чувствовала, что нажимала правильно, то я фиксировала внимание на этом и тут же забывала последовательность. Сочетания я не могла запомнить, так как очень часто ошибалась» (З. Н., $R = 82$).
7. «Запоминать старался сначала, но это не получалось и перестал. Запоминал только двигательно» (П. В., $R = 84$).

Вопрос о том, пробовали ли испытуемые повторять запоминаемые действия в уме, был задан всем 20-ти испытуемым. Как уже упоминалось, только одна испытуемая ответила, что пыталась это делать, но ничего не получилось и она отказалась от попыток повторять в уме. Один испытуемый с очень высоким значением показателя обучаемости ($R = 121$) после окончания программы П-2 мог вспомнить почти все правильные цепочки каждого из периодов (три из четырех).

На вопрос о том, как он запоминал правильные действия, он ответил: «Я фотографировал их. У меня хорошая память. Я запоминаю все с одного раза» (испытуемый О. Г., $R = 121$).

Таких испытуемых, проявивших необыкновенные способности к запоминанию было, по отмеченным в отчетах сведениям, всего 2 из, примерно, 300. Характерно, что и в случае повышенной способности к запоминанию испытуемый не говорил о каких-либо логических способах решения задачи или о каких-либо мнемонических приемах запоминания.

Из приведенного анализа отчетов испытуемых можно, таким образом, сделать вывод, что большинство испытуемых даже не пытались каким-то образом логически осмыслить задачу и находили правильные действия, как это предлагалось в инструкции, путем угадывания.

Те испытуемые, которые старались каким-то образом осмыслить совершаемые действия, чаще всего приходили к этому путем построения геометрических образов — чаще всего треугольников. На основании изложенного материала можно сделать предположение, что и у таких испытуемых геометрические образы не являлись средством выбора действий, а, скорее, пассивным отражением в сознании актов выбора, совершаемых интуитивно.

4.2.9. Количественный анализ данных о словесном воспроизведении испытуемыми запомнившихся действий

Осознанное запоминание каких-либо событий обычно выявляется с помощью опроса испытуемых, и критерием осознанности является способность испытуемого дать словесный ответ о запомнивших событиях (Рубинштейн С. Л., 1946). Такой метод определения осознанности запоминания не является безупречным по двум причинам. Во-первых, осознание запоминания может произойти в момент воспроизведения запечатленных событий. Ниже будет показано, что такое явление, действительно, имеет место в описываемых условиях.

Для количественного анализа степени осознания выбираемых действий и содержания осознаваемых аспектов деятельности при выполнении программы П-2 в трех группах испытуемых использовалась специальная процедура опроса. Процедура получения сведений о том,

какие действия испытуемые помнят после прохождения программы П-2, отличалась для каждой из групп.

В первой группе (Г-I) к испытуемым через 30–40 секунд после окончания программы П-2 обращались с просьбой: «Постарайтесь вспомнить, какие кнопки и в каком порядке Вы нажимали для получения изображения звезды». Испытуемому разрешалось показывать кнопки на пульте. При этом цветовые сигналы были отключены. Экспериментатор в журнале фиксировал номера кнопок для цепочки, которую вспомнил испытуемый. От момента окончания эксперимента до словесного воспроизведения испытуемым действий первой вспоминавшейся им цепочки проходило от 35 до 60 секунд. Испытуемого просили вспомнить столько цепочек, сколько он мог, пока испытуемый не отвечал: «Больше не помню».

Во второй группе (Г-II) после прохождения двух циклов стандартной программы П-2 без прерывания программы предъявлялась дополнительно первая цепочка первого блока. После этого пульт выключался. Сразу же после выключения пульта к испытуемому обращались с просьбой вспомнить правильные кнопки последней пройденной им цепочки. Испытуемый показывал на пульте кнопки, которые, по его мнению, были правильные или отвечал «не помню».

Опрос во второй группе (Г-II), таким образом, отличался от опроса в первой группе (Г-I) в двух отношениях. Благодаря отсутствию перерыва между окончанием эксперимента и просьбой вспомнить правильные кнопки, испытуемый вспоминал правильные кнопки последней цепочки практически сразу же после ее прохождения. Всего 5–8 секунд (время задания вопроса) отделяло выполнение действий последней цепочки и от их воспоминания. Этот промежуток времени существенно меньше, чем время угасания следа в кратковременной памяти, которое, согласно данным различных авторов, составляет около 30 секунд (Atkinson *R.*, Shiffrin *R.*, 1968). Таким образом, сравнение запомнившихся действий в 1-й и 2-й группе могло обнаружить участие кратковременной памяти в запоминании правильных действий. При более значительном запоминании правильных действий во второй группе, можно было бы ставить следующие вопросы для выяснения возможной роли в этом запоминании кратковременной памяти. Отсутствие же разницы в словесном воспроизведении действий между первой и второй группой соответствует предположению о несущественном участии кратковременной памяти в процессах обучения. Поскольку участие в запоминании кратковременной памяти связывается непосредственно с сознательным контролем деятельности (Schneider W., Shiffrin *R.*, 1977), отсутствие ее роли в запоминании действий при выполнении программы П-2 может быть дополнительным аргументом в пользу того, что процесс обучения и выбора действий идет неосознанно.

Кроме того, во второй группе испытуемые должны были воспроизвести по памяти выбор действий, соответствующий прохождению второй

цепочки блока, в которой, как показано ниже, частота выбора правильных действий, почти максимальна. Таким образом, в этом случае мы получали наибольшую возможность проявить сознательное запоминание, если оно имело место.

В третьей группе были созданы условия, имеющие целью максимально затруднить участие кинестетического анализатора в припоминании правильных действий. В третьей группе, так же как и в первой, испытуемых просили припомнить правильные действия после окончания четвертого блока программы. При этом пульт вместе с руками испытуемого закрывали картонным листом, на котором был начертан круг и четыре кнопки в соответствии с их расположением на пульте. Каждая из нарисованных кнопок была обозначена цифрой от 1 до 4. Испытуемого просили назвать кнопки, переключавшие цвета, не показывая их рукой. Первой просили назвать кнопку, включавшую звезду, второй — включавшую желтый цвет, третьей — включавшую синий цвет и четвертой — включавшую красный цвет.

Таким образом, при опросе, проводимом в третьей группе, исключались движения рукой на пульте и, кроме того, порядок словесного воспроизведения кнопок был обратным естественному их следованию в цепочке. Характерно, что многие испытуемые (более половины) пытались при ответе совершать в воздухе движения рукой, соответствующие направлениям, расположения кнопок на пульте, и их приходилось дополнительно просить не делать никаких движений.

Обработка ответов испытуемых проводилась также, как и вычисление частот выбираемых действий. Если испытуемые вспоминали больше одной кнопки для определенного этапа, то учитывалась только первая названная кнопка. В приведенном ниже анализе частот названных действий учитывались также только действия для первых из названных цепочек.

В табл. 6 приведены частоты вспоминавшихся испытуемыми действий для каждого этапа программы П-2 и, для сравнения, частоты реального выбора действий при прохождении программы испытуемыми тех же групп. Сравнение реального выбора действий и вспоминаемых действий при этом осуществлялось для тех цепочек, которые испытуемые проходили бы, если бы программа П-2 не была прервана. Для первой группы программа прерывалась после восьмой цепочки четвертого блока. После первого цикла, за восьмой цепочкой четвертого блока следовала первая цепочка первого блока. Таким образом, можно было сравнить частоты выбора действий в этой цепочке с частотами вспоминаемых действий.

Как будет показано ниже, первый и второй циклы не различались по частотам выбора действий. Поэтому сравнение частот вспоминаемых действий в первой группе с частотами выбираемых действий в первой цепочке первого цикла второго блока действительно показывало различие между реальным выбором действий и отражением запоминавшихся действий в словесном отчете. (В третьем блоке реальные частоты выбора дей-

Таблица 6. Частоты реального выбора и воспоминания действий испытуемыми групп Г-I, Г-II, Г-III для этапов S_4, S_3, S_2, S_1. (Все данные выражены в процентах.) Жирным шрифтом отмечены цифры для результативных действий

Группы	Номера действий	S_4		S_3		S_2		S_1	
		Реальный выбор	Воспоминание	Реальный выбор	Воспоминание	Реальный выбор	Воспоминание	Реальный выбор	Воспоминание
Г-I	1	27	43	22	20	47	36	**50**	**28**
	2	**38**	**38**	00	33	**33**	**31**	00	24
	3	23	11	**49**	**28**	02	16	26	33
	4	12	05	29	14	18	12	24	10
	00		03		05		05		05
Г-II	1	13	22	20	18	33	25	**23**	**22**
	2	**54**	**43**	00	21	**44**	**37**	52	10
	3	24	16	**61**	**41**	01	19	22	22
	4	09	16	19	18	22	17	03	37
	00		03		02		02		09
Г-III	1	21	44	21	15	48	32	**56**	**34**
	2	**39**	**40**	01	27	**34**	**20**	00	27
	3	28	07	**46**	**30**	01	17	24	31
	4	12	05	32	24	18	25	20	04
			04		04		06		04

00 — отсутствие ответа

ствий, возможно, могли бы несколько возрасти за счет обучения от цикла к циклу, однако, в этом случае, приведенные данные, свидетельствующие о превышении реального выбора действий над их словесным воспроизведением по памяти, имели бы только большую силу, так как разрыв между реальным выбором и воспоминанием оказался бы еще больше.)

По аналогичной причине частоты вспоминаемых действий для второй группы сравнивались с частотами реального выбора действий испытуемыми этой группы во второй цепочке первого блока второго цикла, а в третьей группе, так же как и в первой, для сравнения была взята первая цепочка второго цикла.

Из табл. 6 видно, что для всех групп частоты вспоминаемых действий отличаются от частот реально выбираемых. Отличие это выражается в существенно меньшей частоте вспоминания результативных действий, по сравнению с их реальным выбором.

Так, например, на этапе S_4 54 % испытуемых (или больше) группы Г-II должны были выбрать правильное действие d_2 и только 43 % воспроизводили этот выбор в словесном отчете. На этапе S_3 61 % испытуемых этой же группы выбирали действие d_3, а вспоминали такой выбор только 41 % испытуемых. В группе Г-III на этапе S_1 56 % испытуемых выбирали действие d_1, а вспоминали его только 34 % испытуемых.

Количественная оценка сравнения может быть сделана исходя из дополнительного наблюдения. Анализ данных, полученных при словесном

воспроизведении, показал, что в каждой группе значимо и заметно отличалось от случайного воспроизведение целых цепочек. Для того чтобы оценить воспроизведение целых цепочек количественно, проводилось сопоставление цепочек, которые испытуемые вспоминали, с наиболее часто подкрепляемыми цепочками программы каждого из блоков, и отмечались случаи их совпадения. Учитывалось совпадение с первой цепочкой каждого из блоков, где были представлены правильные кнопки, выбор которых определял показатель усвоения программы R. Подсчитывались совпадения одной, двух, трех и четырех кнопок с правильными кнопками для одного и того же блока (табл. 7). Случаи совпадения обозначались цифрой, соответствующей номеру блока, на месте совпадения и точкой в том месте, где стоит несовпадающая кнопка. Так, например, 1111 обозначает полное совпадение цепочки, которую вспомнил испытуемый, с первой цепочкой первого блока, 44.. обозначает, что испытуемый вспомнил цепочку, в которой кнопки для ситуаций S_2 и S_1 соответствовали правильным кнопкам четвертого блока, а для ситуаций S_4 и S_3 совпадения с правильными кнопками четвертого блока не было. Для таких же сочетаний совпадающих кнопок было подсчитано число случаев, которое могло бы получиться при случайном угадывании правильных кнопок.

В табл. 7 приведены данные, полученные в результате подсчета числа воспроизведенных в отчетах цепочках, совпадающих с правильными цепочками программы. При этом, чтобы не загромождать таблицу, в ней приводятся для групп Г-I и Г-II проценты воспроизведенных сочетаний только в таких случаях, когда имелось словесное воспроизведение правильных кнопок, значимо превышающее случайное. Уровни значимости обозначены: одна звездочка — $p < 0{,}05$, две звездочки — $p < 0{,}025$ и три звездочки — $p < 0{,}005$. Отсутствие в таблице каких-то строчек (например, 1... или 22..) обозначает, что ни в одной из групп испытуемых число соответствующих сочетаний совпадающих с программой кнопок не превышало случайное.

Таблица 7. Частота (в процентах) отличающегося от случайного словесного воспроизведения правильных действий, соответствующих их сочетаниям в подкрепляемых цепочках программы П-2 в группах испытуемых Г-I, Г-II, Г-III. Цифры в сочетаниях соответствуют номеру блока, в котором подкреплялись действия соответствующей цепочки

Сочетания действий	Группа Г-I	Группа Г-II	Группа Г-III
1111	3	17***	2
4444	15***	4*	7***
111.	4	15***	5
11..	12*	10**	6*
44..	12*	7	9

Из табл. 7 видно, что в первой группе 15 % испытуемых вспомнили целиком правильную цепочку четвертого блока. Небольшое отличие от случайного имеется также для сочетаний первых двух кнопок этой цепочки (12 %) и для первых двух кнопок цепочки первого блока (12 %). Во второй группе 17 % испытуемых вспомнили правильную цепочку первого блока. Кроме того, 10 % и 7 % вспомнили сочетание первых двух правильных кнопок цепочки, соответственно, первого и четвертого блоков.

В третьей группе только 7 % испытуемых вспомнили правильную цепочку четвертого блока. Сравнение вспоминания целых цепочек первой и второй группой показывает, что различие между ними (15 % и 17 %) статистически недостоверно. Из этого можно сделать вывод о несущественном влиянии кратковременной памяти на запоминание в условиях выполнения программы П-2.

Из приведенных данных видно, что лишь небольшой процент испытуемых (15 %) вспоминал правильные цепочки четвертого блока (в группе Г-I) и первого блока (17 % — группа Г-II). Если учесть, что реальный выбор правильных действий в этих цепочках превышал 60 %, и если считать, что словесное воспроизведение выбора действий является отражением осознаваемых актов выбора, то из изложенного следует вывод, что более 75 % случаев совершаемых испытуемыми правильных выборов действий ими не осознавались.

Существенно отметить, что воспроизведение целых цепочек, отмеченных в табл. 7, практически исчерпывало отличающиеся от случайного словесное воспроизведение правильных действий. Если исключить испытуемых, вспомнивших целые цепочки действий из подсчета частот воспроизведенных словесно действий, показанных в табл. 8, то полученные при этом частоты не отличаются значимо от случайных. Из этого факта следует важный вывод, что словесное воспроизведение действий, которые испытуемые помнили после окончания программы П-2, исчерпывалось целыми цепочками. Этот факт может свидетельствовать о том, что осознавались при выполнении программы, главным образом, целиком цепочки действий, обеспечивающие безошибочное получение этапных результатов и изображение звезды. Данное заключение может быть сопоставлено с фактом, отмеченным в предыдущем разделе — восприятии частью испытуемых структуры программы в виде треугольников и других геометрических фигур. Возможно, что два наблюдения — воспроизведение целых цепочек и восприятие этих цепочек в виде геометрических фигур — являются результатом осознания в виде целостных образов актов выбора действий, совершающихся по неосознанным механизмам. Неосознаваемый выбор результативных действий и осознание этого выбора в виде целостных образов легко сопоставляется с механизмами взаимодействия субсистем А и Б в модели. Это соответствует отражению в субсистеме Б образов, формируемых в субсистеме А на средних уровнях иерархии.

Таблица 8. Сравнение подгрупп МВ (максимальное словесное воспроизведение действий) и МО (максимальное обучение) между собой и со средними значениями для группы ($N = 200$) по показателям R (обучаемость), τ (среднее время выбора действий) и ответам испытуемых о запоминании программы (ЗП)

Показатель	R	τ (в с)	ЗП (в %)
Группа			
МВ	80,32 ± 6,5	2,04 ± 0,11	56
МО	103,28 ± 3,1	1,82 ± 0,10	35
Группа испытуемых $N = 200$	72,40 ± 1,2	1,80 ± 0,03	31

Из данных о словесном воспроизведении действий третьей группой испытуемых следует, что процесс осознания выбора действий в тех случаях, когда он происходил, следовал за реальным выбором действий, а не определял его. Действительно, уменьшение участия кинестетического анализатора в припоминании (устранение движений рукой, воспроизводящих выбор действий) существенно уменьшало процент вспоминаемых цепочек.

Таким образом, из приведенных данных следуют следующие выводы:

1) Осознание выбираемых действий значительно отстает от реального выбора. Большая часть правильных выборов совершалось испытуемыми неосознанно.
2) Процесс осознания выбора действий является вторичным по отношению к реальному выбору действий, что соответствует механизму вторичного осознания работы субсистемы А в субсистеме Б в виде целостных образов.

Эти выводы получены на основании анализа средних по группе частот выбора действий и их словесного воспроизведения. Ниже приводятся данные относительно того, справедливы ли эти выводы в равной степени для всех испытуемых или среди них имелись существенные отличия по степени осознания совершаемых действий. Анализ отчетов, проведенный в предыдущем разделе, показал, что такие отличия могли иметь место. Действительно, некоторые испытуемые говорили, что они старались запоминать правильные действия, другие говорили, что выбирала действия интуитивно, полагаясь на угадывание.

На основании данных о словесном воспроизведении правильных действий оказалось, возможным объективно выделить подгруппу испытуемых, характеризовавшихся более высоким уровнем осознанного запоминания правильных действий. Для этого в первой и второй группах были отмечены случаи, когда испытуемые вспомнили правильные действия для подкрепляемых цепочек более чем для одного блока. Из общего числа испытуемых двух первых групп (89 и 103) были выделены 20 испытуемых, среди которых 8 вспомнили правильные цепочки трех блоков программы П-2 и 12 вспомнили правильные цепочки для двух блоков программы П-2.

Представляло интерес выяснить, отличались ли испытуемые выделенной подгруппы (МВ — максимального воспроизведения) от группы в целом по уровню обучаемости (показателю R), по характеру ответа на другие вопросы. Представляло также интерес сопоставление этой подгруппы с подгруппой, включающей 20 испытуемых, выделенной по максимальному значению показателя R (МО — максимальная обучаемость). В табл. 8 приведены данные по такому сопоставлению. Оказалось, что в подгруппу МВ входит 3 испытуемых из подгруппы МО. В процентах это составляет 15 %, что статистически не отличается от общего процента испытуемых, выделенных в подгруппу МО. Сравнение подгруппы МВ и МО показало, что в то время как показатель R для подгруппы МО значимо и существенно ($p < 0{,}001$) превышает среднее значение R для всей группы испытуемых, показатель R для подгруппы МВ лишь незначимо ($p > 0{,}1$) выше, чем R среднее. В то же время для подгруппы МВ существенно выше среднего ($p < 0{,}05$) среднее время выбора действий, в то время как для подгруппы МО среднее время выбора действий не отличается от среднего времени выбора действий для всех испытуемых. В группе МВ значительно больше (60 %) ($p < 0{,}05$) испытуемых, чем в среднем (30 %), которые говорят в отчетах, что они старались запоминать правильные действия.

Из приведенных данных видно, что при выполнении программы П-2 проявилась диссоциация между стремлением испытуемых осознанно запомнить выбираемые действия и фактической обучаемостью. Можно думать, что более успешно обучались испытуемые, которые в значительной степени полагались на интуитивный выбор действий. Возможно также, что степень осознания зависела от особенностей личностной установки испытуемого, связанной с тем, насколько он привык полагаться на интуитивный способ принятия решения. В этом случае две характеристики — обучаемость, отражающаяся в показателе R, и степень осознания — оказываются не связанными между собой. Для изложения последующего материала существенно, что оба приведенные выше варианта объяснения диссоциации между обучаемостью и вспоминанием правильных действий приводят к выводу, что для большей части испытуемых характерен интуитивный выбор правильных действий и что в реальном выборе действий отражаются, главным образом, неосознаваемые или не вполне осознаваемые механизмы обучения и принятия решения.

4.2.10. Ориентировочная реакция при рассогласовании намеченных результатов с получаемыми как показатель их осознания

Изложенные в предыдущих разделах данные свидетельствуют о том, что в условиях выполнения программы П-2 значительная часть актов

выбора действий происходила на интуитивном, не вполне осознанном уровне. Принципиальная возможность осуществления двигательных целенаправленных актов без активного участия сознания признается (Рубинштейн С. Л., 1946). Однако обычно считают, что автоматизированная неосознанная деятельность возникает не в начале обучения, а в конце его, когда хорошо заученные действия начинают выбираться автоматически (Гурьянов Е. В., 1945; Запорожец А. В., 1960; Соколов А. Н., 1941). В описываемых же условиях исследовалось обучение в начальной его фазе. Едва только формировались связи, позволявшие осуществлять выбор правильных действий, как программа менялась и обучение начиналось сначала. Экспериментальное обнаружение целенаправленного выбора дискретных действий на неосознанном уровне на первых этапах обучения является, по-существу, новым фактом, который не сразу и не всеми легко принимается.

В частных дискуссиях, посвященных рассматриваемому вопросу, с некоторыми психологами, утверждение о возможности неосознанного выбора действий довольно часто встречает сомнение. Самым лучшим способом убедить сомневающегося было — посадить его за пульт и провести с ним исследование по программе П-1 и П-2. Субъективное впечатление о числе правильных действий, выбранных в программе П-2, часто соответствовало случайному выбору и когда показывался реальный результат, свидетельствующий о значительном обучении, это вызывало удивление, а заодно убеждало в существовании неосознанных выборов действий.

Ниже приведены данные, которые дают дополнительную информацию о динамике осознания и показывают, что, действительно, фактическое обучение может предшествовать четкому осознанию выбора действий, которому испытуемый обучился.

В исследовании участвовало 20 испытуемых мужчин 18–20-ти лет — курсантов училища. Программа исследования задавалась в этих исследованиях с помощью ЭВМ, с помощью которой одновременно осуществлялась обработка данных. Благодаря применению ЭВМ, программа легко могла быть модифицирована. Использовалась программа П-1а, сходная с программой П-1. Отличие от программы П-1 состояло в том, что в программе П-1а было 4 блока. Включение каждого следующего блока происходило либо по выбору кнопок в S_1, либо в S_2, смотря по тому, в какой из ситуаций происходило достижение критерия К безошибочных выборов правильной кнопки в К последовательных цепочках.

Для половины испытуемых, участвовавших в экспериментах по программе П-1а, были взяты следующие значения К в последовательных блоках: $K = 4$ в первом блоке; $K = 6$ во втором и третьем блоках; $K = 8$ в четвертом блоке. Для другой половины испытуемых $K = 8$ в первом блоке, $K = 6$ во втором и третьем и $K = 4$ в четвертом блоке. Программа П-1а отличалась также и тем, что после смены блока

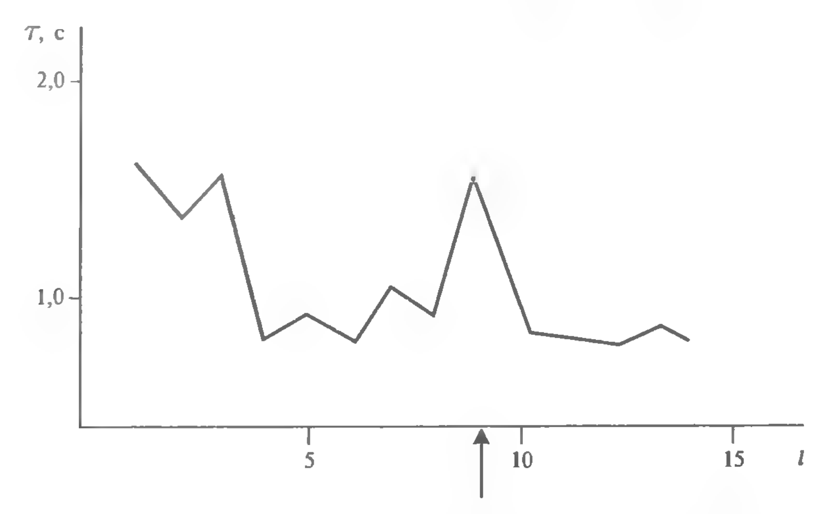


Рис. 13. Возрастание времени выбора действия (показано стрелкой) на этапе S_2 после того как начиная с 6-й цепочки правильное действие на этом этапе начинало выбираться без ошибок: τ — латентный период выбора действия; l — номер цепочки

в начале следующего давалась дополнительная цепочка, в которой после выбора правильной кнопки в ситуации S_1 или S_2, в которой эта кнопка была выбрана К раз, вместо сигнала, включающегося этой кнопкой (звезды для S_1 и S_1 для S_2) предъявлялся один из предыдущих сигналов цепочки. Эта подмена ожидаемого результата (по П. К. Анохину) была рассчитана на выявление степени усвоения программы, проявляющейся в реакции рассогласования при подмене предвидимого результата.

Для регистрации реакций рассогласования, вызываемых подменой, у испытуемых, участвующих в исследованиях с программой П-1а, синхронно с записью предъявлений сигналов и нажатий кнопок регистрировали дыхание.

С помощью программы П-1а была также исследована особенность поведения испытуемых, проявляющаяся в увеличении времени выбора правильного действия после 2–4 безошибочных его выборов. Характерная зависимость времени выбора действия от степени обучения приведена на рис. 13. Видно, что имеет место увеличение времени выбора правильного действия, после чего это время уменьшается и стабилизируется. Анализ увеличения времени выбора правильного действия в программе П-1а проводился следующим образом: для этапа, на котором произошло усвоение правильного действия (начался безошибочный его выбор), подсчитывалось среднее время выбора первого после включения сигнала этапа действия для каждых трех последовательных цепочек — τ_3.

Таблица 9. Число случаев реакции в дыхании (ориентировочная реакция) и возрастания времени выбора следующего действия после подмены (ВВПП) в зависимости от *К* — числа безошибочных выборов правильной кнопки и наличия или отсутствия эффекта УВПД — увеличения в два или более раза времени выбора правильного действия

К	ЧС	УВПД	ЧС	ВВПП	ЧС	ОР	ЧС
$K > 4$	65	+	51	+	41	+	46
				−	10	−	9
		−	14	+	3	+	0
				−	11	−	14
$K = 4$	15	+	2	+	0	+	1
				−	2	−	1
		−	13	+	5	+	2
				−	−	8	11

Обозначения: ЧС — число случаев; УВПД — увеличение в два или более раза времени выбора правильного действия; ВВПП — возрастание времени выбора действий после подмены; ОР — ориентировочная реакция; «+» — наличие соответствующего события; «−» — отсутствие соответствующего события

Время выбора действия в четвертой цепочке (τ_4), идущей непосредственно за этими тремя, сравнивалось с τ_3. Подсчитывалось число случаев, когда имело место превышение времени для четвертой цепочки над этим средним в 2 или более раз (т. е. когда $\tau_3/\tau_4 >= 2$). Оказалось, что более чем 90 процентов встреченных случаев такого увеличения времени выбора правильного действия приходилось на моменты 4-го или 5-го его безошибочного выбора. Из 80 наблюденных случаев усвоения правильного действия в программе П-1а увеличение его времени выбора имело место в 61 случае.

Анализ проявления эффекта рассогласования при подмене ожидаемого сигнала показал, что отчетливая реакция в дыхании (задержка на вдохе) проявлялась практически только в тех случаях, когда подмене предшествовало более 4-х безошибочных выборов правильного действия. Другое проявление эффекта рассогласования — возрастание времени выбора действия, следующего после подмены, чаще происходило в тех же случаях. В табл. 9 показано число наблюденных случаев реакции в дыхании и возрастания времени выбора следующего действия после подмены. Данные по двум подгруппам, отличающимся распределением значения *К* по блокам, в табл. 9 объединены, так как разницы между этими подгруппами в выявленных эффектах не обнаружено.

Двухфакторный дисперсионный анализ приведенных в табл. 9 данных показал, что как первый фактор (значение $K > 4$ или $K = 4$),

так и второй (наличие или отсутствие увеличения времени выбора правильного действия) значимо ($p < 0{,}01$) влияли на проявление ориентировочной реакции в дыхании и на возрастание времени выбора следующего действия после подмены. Влияние взаимодействия между этими двумя факторами также значимо ($p < 0{,}01$). Из табл. 9 видно, что наибольшее число случаев проявления реакции в дыхании (46 случаев на 51 или 80 процентов наблюдалось для $K > 4$ и при наличии увеличения времени выбора правильного действия. То же имело место и для возрастания времени выбора следующего действия после подмены (41 случай из 51 или 79 процентов).

Изложенные данные можно объяснить, если предположить, что выраженная ориентировочная реакция на подмену результата возникала в том случае, когда ожидание этого результата осознавалось.

Увеличение времени выбора действия на начальном участке обучения (4-й или последующий правильный его выбор) могло отражать переход от интуитивного выбора к осознанию запоминания. С этим хорошо согласуется то, что выраженная ориентировочная реакция при рассогласовании возникала, как правило, после того, как увеличение времени выбора правильного действия имело место (табл. 9). Таким образом, данные о проявлении ориентировочной реакции при рассогласовании намеченных результатов с получаемыми подтверждают предположение, возникшее из анализа отчетов испытуемых о том, что на начальной стадии обучения (первые 2–3 правильных выбора действия) выбор действий осуществлялся интуитивно без ясного его осознания.

В программе П-2 была предусмотрена смена правильных кнопок так, чтобы не более двух полностью совпадающих цепочек следовали друг за другом подряд. Рассогласование же хотя бы на одном из этапов цепочки, хотя оно могло и не осознаваться, как показано ниже, снижало вероятность выбора правильных действий на всех этапах следующей цепочки. Таким образом, в программе П-2, благодаря частым подменам внутри каждого блока и полной смене действий при переходе к следующему блоку, затруднялся переход к той стадии обученности, когда выбор действий мог ясно осознаваться.

4.2.11. Уровни получаемых результатов и их осознание

Изложенный материал позволяет представить достаточно полную картину уровней принятия решения и степени их осознания при выполнении программы П-2. Испытуемыми осознается и отмечается в сознании как достижение намеченного результата, включение звезды на пульте. Это следует из более частого появления кожно-гальванических реакций при получении изображения звезды, из того, что латентное время выбора действия — первого после включения звезды — больше, чем для латентного времени выбора любого другого действия. То, что

получение изображения звезды часто сопровождается кожно-гальваническими реакциями и реакциями в дыхании типа глубокого вдоха-выдоха, служит показателем того, что получение изображения звезды эмоционально переживается испытуемым. Очевидно, что положительная эмоция успеха, связанная с достижением намеченного результата, при включении звезды на 1–2 секунды сопровождается актом внимания со стороны испытуемого. Учитывая, что большинство испытуемых (84 %) после окончания программы могли воспроизвести последовательность цветов в цепочке, можно считать, что смена цвета также отмечается испытуемыми как следующий этапный результат и может оцениваться сознательно. Очевидно, что обращение внимания на этапные (смену цветов) и конечные (изображения звезды) результаты, может оказывать существенное влияние на степень подкрепления следов памяти, образующихся при совершении действий, предваряющих эти результаты.

Из того, что большинство испытуемых (85 %) были неудовлетворены своими действиями, следует, что при выполнении программы испытуемые отмечали сознательно свои ошибочные действия.

Наиболее важным является вопрос: в какой степени осознается процесс афферентного синтеза, в результате которого выбирается программа действий и программируются будущие результаты? Если этот процесс происходит сознательно, на уровне логико-абстрактного мышления, то изучение его должно идти по линии анализа, главным образом, его психологических аспектов. В модели аналогом этого процесса является работа субсистемы Б. Если же афферентный синтез совершается неосознанно, то можно говорить об уровне процессов обучения, аналогичным тем, которые в модели совершаются, главным образом, в субсистеме Б, так как в этом случае они не осложнены огромным числом индивидуальных логических вариантов мышления.

Проведенные исследования показали, что испытуемые не могли дать словесное описание большей части (более 75 %) тех выборов правильных действий, которые они в действительности совершали. Следовательно, процесс афферентного синтеза, в результате которого совершался этот выбор действий, был обусловлен не осознанными логическими операциями (которые должны были бы отразиться в словесном отчете), а неосознаваемыми интуитивными процессами. Полученные данные свидетельствуют также о том, что в тех случаях, когда выбор действий осознавался (у 15–20 % испытуемых), осознание было вторичным по отношению к реальному выбору действий.

Об этом свидетельствуют данные о существенном участии кинестетического анализатора в припоминании действий (движения рукой, предваряющие воспоминание существенно увеличивали число правильных ответов), а также появление явной ориентировочной реакции на рассогласование только после нескольких правильных выборов действия.

Испытуемые после окончания программы вспоминали свой выбор действий, в основном, в виде целых цепочек или геометрических образов, соответствующих выбору программ действий от начального этапа до включения звезды. В то же время этапный выбор действий на отдельных этапах (этапный афферентный синтез) не осознавался. В модели это соответствует первоначальному неосознанному запоминанию параметров результатов в субсистеме А и затем формированию укрупненных образов результатов и их осознанию при отражении их в субсистеме Б.

4.2.12. Анализ выбираемых испытуемыми действий в сопоставлении с механизмами модели

Для выявления общих закономерностей выбора действий в группе испытуемых, включающей 200 человек, было рассчитано суммарные число выборов четырех действий для каждого этапа в каждом из блоков программы П-2.

Наиболее значимым в качестве показателя обучения является выбор действий, следующих первыми после включения этапного сигнала. Как было показано выше, латентное время, характеризующее принятие решения при выборе этих первых действий существенно выше, чем, латентное время выбора действий, следующих за ним в случае, если первое действие оказалось ошибочным. Поэтому при анализе обучения учитывались только первые действия, выбранные испытуемыми после включения каждого из этапов программы. Для каждой ситуации программы рассчитывали частоту выбора каждого из четырех действий делением числа случаев выбора каждого из действий на общее число испытуемых. Для обеспечения достаточной точности оценки частот было взято 200 испытуемых.

Оказалось, что частоты выбора каждого из четырех действий в ситуациях программы образуют характерный паттерн, хорошо воспроизводящийся в двух одинаковых циклах программы (рис. 14). Так, например, частоты выбора правильных действий для первого и второго циклов равны для ситуации S_4 — 51 % и 53,5 %; для ситуации S_3 — 63 % и 63,6 % для ситуации S_2 — 44 % и 48,4 % и для ситуации S_1 — 48 % и 49,5 %. Аналогичная высокая воспроизводимость проявилась и для выбора других действий для всех ситуаций программы.

Для того чтобы проверить, в какой степени на воспроизводящийся паттерн частот выбора действий могли влиять такие факторы, как порядок расположения кнопок на пульте, форма предъявления инструкции (письменная или устная), возраст и профессиональная ориентация испытуемых, были проведены специальные исследования, в которых эти условиях изменялись. В каждом из этих исследований участвовало 50 испытуемых.

Оказалось, что паттерн частот не зависел от порядка расположения кнопок на пульте ($p > 0{,}3$), от различия в группах испытуемых (курсанты, сотрудники лабораторий, спортсмены, $p > 0{,}10$), от вариаций в инструкции (письменная, устная, с подчеркиванием цели в виде угадывания правильных кнопок и без такого подчеркивания, $p > 0{,}2$).

Для того чтобы оценить общую для группы испытуемых значимость превышения числа выборов правильных действий над возможным случайным в четырех ситуациях: S_4, S_3, S_2, S_1, групповые частоты выбора действий были усреднены (с учетом смены действий) по блокам программы П-2, по циклам и по цепочкам блока. Средние частоты выбора правильных действий для этапов S_4, S_3, S_2, S_1 оказались равны, соответственно: $0{,}501 \pm 0{,}017$; $0{,}628 \pm 0{,}020$; $0{,}428 \pm 0{,}017$; $0{,}554 \pm 0{,}020$. Превышение над уровнем случайного выбора (0,25 для S_4 и 0,33 для S_3, S_2, S_1) было значимо по уровню $p < 0{,}0001$ в каждой из ситуаций. Таким образом, обучение выбору правильных действий в программе П-2 является высоко достоверным фактом.

Для двух циклов программы П-2 получена высокая воспроизводимость частот выбора действий. Так, средние частоты выбора правильных действий для этапов S_4, S_3, S_2 и S_1 были равны, соответственно, 0,492; 0,626; 0,412; 0,562 для первого цикла и 0,510; 0,632; 0,445; 0,545 для второго. Отсутствие значимого увеличения частот для второго цикла свидетельствует о стационарности условий при выполнении программы П-2.

Одинаковые частоты выбора действий для первой и второй половины программы говорят о том, что процесс общей адаптации к выполнению программы и ее специфическим особенностям закончился при выполнении программы П-1, а также о том, что за время выполнения программы П-2 не происходило каких-либо значительных изменений в общей установке испытуемых, не наступало утомление или потери интереса. Таким образом, подтвердился сделанный ранее вывод о стабильных стандартных условиях, существующих при выполнении программы П-2.

Для выделения значимых отличий групповых частот выбора действий, показанных на рис. 14, от возможного случайного равномерного распределения была посчитана средняя ошибка их определения, исходя из воспроизводимости частот в двух одинаковых циклах программы.

Для частот выбора действий на каждом из этапов, усредненным по блокам и циклам (рис. 14), ошибка оценки частот оказалась равна 0,03–0,04, что позволило считать значимыми отличия в частотах, равные 0,08–0,10 ($t = 2{,}5$, $p < 0{,}01$). На рис. 14 это соответствует, 8–10 единицам.

Одним из важных экспериментальных результатов, полученных при анализе частот выбора действий, является отражение в этом выборе важнейшего механизма — предвидения будущих этапов в их последовательности, ведущей к конечному результату.

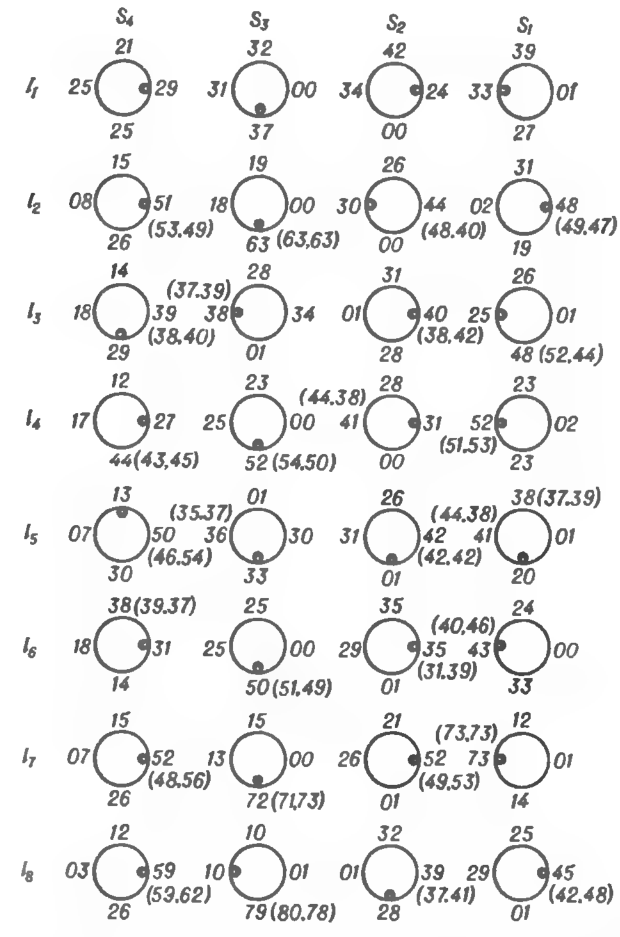


Рис. 14. Средние частоты выбора действий в программе П-2 (в процентах) для восьми цепочек блока (l_1–l_8) на этапах S_4, S_3, S_2, S_1 для основной группы испытуемых ($N = 200$). Для первого цикла показаны округленные цифры для частот выбора каждого из действий. Для второго цикла, чтобы не загромождать рисунок, в скобках приведены частоты выбора только подкрепляемых действий. Подкрепляемые действия для каждой из ситуаций программы обозначены черной точкой

Как видно из рис. 14, кроме существенного повышения частоты выбора правильных действий, значимо отличается от случайного выбор действий, правильных для следующего этапа программы. Так, на этапе S_4 средняя по восьми цепочкам частота выбора действия d_2 (которое является правильным на этапе S_3), равна $0{,}270 \pm 0{,}018$, что

значимо ($p < 0{,}0001$) выше, чем частота выбора двух других действий (0,146 и 0,090). Точно так же, на этапе S_2 повышена ($p < 0{,}01$) частота выбора действий, которые подкрепляются на этапе S_1.

Эффект повышения частоты выбора действия, которое должно быть правильным на следующем этапе программы, отчетливо виден на рис. 14. Для этапа S_4 повышены частоты выбора действий d_2 в цепочках L_2, L_3, L_5, L_8; для этапа S_2, аналогично, повышены частоты выбора действия d_4 в цепочках L_2, L_4, L_5, L_7.

К интерпретации, отмеченной закономерности можно легко придти, если отметить общую для всех упомянутых этапов особенность: действие, частота выбора которого повышена на этапе S_4, является подкрепляемым на этапе S_3. Аналогично, на этапе S_2 повышена частота выбора действия, которое подкрепляется на этапе S_1. При выполнении программы П-2 происходил, таким образом, ошибочный выбор действия, которое должно было быть правильным на следующем этапе. Из данных, приведенных на рис. 14, видно, что эти ошибки являются вторым по величине фактором, определяющим отличие частот выбора действий от случайного. Количественная оценка влияния на частоты выбора действия таких ошибок выражается в значениях параметра, отражающего долю испытуемых, совершающих эти ошибки, $q = 0{,}2 - 0{,}25$.

Объяснить закономерность, проявляющуюся в ошибочных выборах действия следующего этапа, можно как следствие его выбора с помощью механизма опережающего возбуждения. В афферентном синтезе в функциональной системе, соответствующей получению изображения звезды, «проигрывание» возможных программ будущих действий и результатов (от начального этапа до включения звезды), могло заканчиваться выбором не следующего действия, а того, которое являлось правильным на последующих этапах.

В пользу изложенной интерпретации ошибок, связанных с выбором действий следующего этапа в программе П-2, свидетельствуют также частоты выбора действий на этапах S_3 и S_2 в третьей цепочке программы.

4.2.13. Зрительная и кинестетическая афферентации при выполнении программы

В паттерне частот выбираемых действий (рис. 14) обнаружилась закономерность ($p < 0{,}001$), проявляющаяся в том, что частота выбора правильных действий имела наибольшую величину (до 0,6–0,8) только в тех случаях, когда и сигнал этапа, и предыдущее действие, с помощью которого этот сигнал получен, совпадали с действием и сигналом в предыдущей цепочке. В случае, если сигнал в следующей цепочке был получен с помощью действия, отличающегося от действия в предыдущей цепочке, частота выбора подкрепленного действия заметно ($p < 0{,}001$) падала.

Так, частота выбора действия d_3 оказалась максимальной на этапе S_3 в цепочках L_2, L_7, L_8. В случаях же изменения предыдущего действия, например, в цепочке L_5, частота выбора действия d_3 на этапе S_3 существенно падала (от 0,52 до 0,33). То же самое происходило и на других этапах. Например, на этапе S_2 в цепочке L_8 значительно понизилась частота выбора действия d_2 (от 0,52 до 0,39) за счет смены предыдущего действия

Кроме того, можно отметить, что на некоторых этапах программы отличался от случайного ($p < 0{,}001$) выбор действия, следующего за другим в сочетании, которое подкреплялось (т. е. было результативным) на других этапах программы в предыдущей цепочке.

Кинестетическая афферентация от совершенного действия, включившего сигнал следующего этапа, в этом случае совпадает с кинестетической афферентацией в подкрепленной цепочке. Различается же в этом случае афферентация, кодирующая цвет сигнала. Несмотря на это различие, действие d_3, выбирается с частотой, значительно превышающей случайный выбор (0,48; $p < 0{,}001$). Это говорит о существенной роли кинестетической афферентации в выборе следующего действия.

Повышение частоты выбора действий: d_2 на этапе S_2 в третьей цепочке (0,39; $p < 0{,}0215$); d_2 на этапе S_1 в восьмой цепочке (0,45; $p < 0{,}001$) — также обусловленно описанной выше причиной.

Полученные данные можно объяснить на основе модели, если предположить, что в афферентном синтезе в субсистеме одного из этапов в выборе действия большую роль играет афферентация о действии, совершенном на предыдущем этапе.

В паттерне частот выбора действий, представленных на рис. 14, присутствуют закономерности, которые свидетельствуют о неаддитивном объединении зрительной и кинестетической афферентации в единых комплексных энграммах. Как было показано выше, частота выбора правильного действия, имеет наибольшую величину в тех случаях, когда правильное действие на предыдущем этапе совпадает с действием из предыдущей цепочки. В случае, если предыдущее действие отличается, эта частота падает.

Обратим также внимание на выбор действий на этапе S_2 в четвертой цепочке (рис. 14). На этом этапе при выборе действия происходит своего рода «конкуренция» между двумя рассматриваемыми афферентациями. В предыдущей цепочке на этапе S_2 подкреплен получением следующего сигнала цепочки выбор действия d_2 после действия d_4 и на этапе S_3 выбор действия d_4 после действия d_3. В четвертой цепочке на этапе S_2 реализуется ситуация, когда сигнал (синий) и действие (d_3) соответствуют разным схемам подкрепления в предыдущей цепочке. Оказывается, что выбор действия d_4, соответствующего сочетанию его с действием d_3 превалирует над выбором действия d_2, соответствующего связи его со зрительной афферентацией, т. е. с сигналом, при котором это

действие оказалось результативным: (частоты 0,41 и 0,31 различаются по уровню 0,01). Это различие оказывается еще более значительным, если учесть, что частота выбора действия d_4 повышается по сравнению с ситуацией подкрепления (от 0,37 до 0,41), а частота выбора действия d_2 падает (от 0,39 до 0,31). Таким образом, видно, что кинестетическая афферентация играет в данном случае большую роль в выборе действия, чем зрительная.

К такому же заключению можно придти, рассматривая другие случаи выбора действий, подкрепляемых в предыдущей цепочке, но после смены действия на предыдущем этапе рассматриваемой цепочки, например, выбор действия d_3 на этапе S_3 в пятой цепочке, выбор действия d_4 на этапе S_1 в восьмой цепочке, выбор действия d_2 на этапе S_2 в восьмой цепочке.

Для того, чтобы сделать вывод о неаддитивности двух афферентаций — кинестетической и зрительной, обратим внимание на степень подкрепления (увеличения частоты выбора подкрепляемого действия) в тех случаях, когда только одна из этих афферентаций в ситуации выбора действия совпадает с афферентацией в ситуации, когда действие было результативным. Для сравнения рассмотрим также случаи, когда обе афферентации совпадают для ситуаций подкрепления и выбора действия.

Максимальное увеличение частоты выбора действия имело место для уже рассмотренного выбора действия d_3 на этапе S_1 третьей цепочки, когда кинестетическая афферентация совпадала в ситуациях подкрепления и выбора действия.

В случае, когда предыдушее действие изменялось и оставалась связь только со зрительной афферентацией, как видно из рассмотренных примеров, вместо прироста частоты подкрепляемого действия получалось ее уменьшение (см. выбор действия d_2 на этапе S_2 в четвертой цепочке и другие примеры). При этом сохранялась только тенденция к увеличенному значению этой частоты (см., например, выбор действия d_4 на этапе S_1 в восьмой цепочке — 0,29; выбор действия d_2 на этапе S_2 в восьмой цепочке — 0,39 и другие подобные случаи).

В то же время, когда и результативное действие, и цветовой сигнал в следующей цепочке совпадали с предыдущей цепочкой, происходило существенное увеличение частоты выбора подкрепленного действия (см., например, частоту выбора действия d_3 на этапе S_3 второй, седьмой и восьмой цепочек и другие аналогичные случаи). Частота выбора подкрепленных действий при этом увеличивалась на 0,3–0,4. Оценка же этого прироста в предположении об аддитивном независимом соединении двух афферентаций дала значение прироста частоты, равное 0,1–0,2, что значимо ($p < 0{,}01$) меньше, чем фактическая величина (0,3–0,4).

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что афферентация от совершенного результативного действия и от цветового

сигнала этапа в афферентном синтезе объединяются, и образуют единый комплекс, определяющий принятие решения.

Полученный экспериментальный факт о неаддитивном объединении зрительной и кинестетической афферентации в едином неаддитивном коде согласуется с механизмом модели, в которой аналогичное объединение осуществляется в перцептивных элементах, кодирующих будущие потребные результаты.

Вывод о существенной роли кинестетической афферентации в афферентном синтезе в описываемых условиях согласуется также с описанным выше увеличением словесного воспроизведения правильных действий после совершения пробных движений рукой в направлении нажимавшихся кнопок.

4.2.14. Сравнение обучения человека с обучением модели — детектора психических функций

Для сопоставления обучения человека с обучением модели-детектора среда, реализованная с помощью прибора «Алаптрон», воспроизводилась в виде алгоритма для ЭВМ, и с ней взаимодействовал алгоритм, реализуюший трехуровневую модель субсистемы А. При сопоставлении поведения человека с поведением модели учитывали общее число правильно выбранных результативных действий испытуемым и моделью, а также детальные характеристики выбора действий. Подсчитывались такие показатели, как число и длина серий выбора одного и того же действия в последовательных цепочках программы в каждой ситуации программы, чередования различных действий и другие показатели.

Для получения достаточной достоверности сопоставления поведения испытуемых и модели из группы 120 здоровых испытуемых отбирались подгруппы по 10 человек. Подгруппы отбирались по принципу однородности показателей обучения, т. е. таким образом, чтобы измеряемые показатели были практически одинаковыми для всех испытуемых, входящих в подгруппу.

На рис. 15а показаны средние частоты выбора результативных действий в ситуациях S_4 и S_3 программы для первого (пунктир) и второго (сплошная линия) циклов программы для подгруппы из 10 испытуемых, характеризующихся максимальным числом правильно выбранных результативных действий. Из рис. 15а видно, что частоты выбора результативных действий в первом цикле практически совпадают с частотами для 2-го цикла. Это свидетельствует о хорошей воспроизводимости закономерностей выбора действий в исследуемых условиях.

Показанный на рис. 15а выбор действий хорошо обучающимися испытуемыми был сопоставлен с выбором действий моделью (рис. 15б). На рис. 15б видно, что средний по двум циклам программы выбор действий хорошо обучающимися испытуемыми (жирная линия) практи-

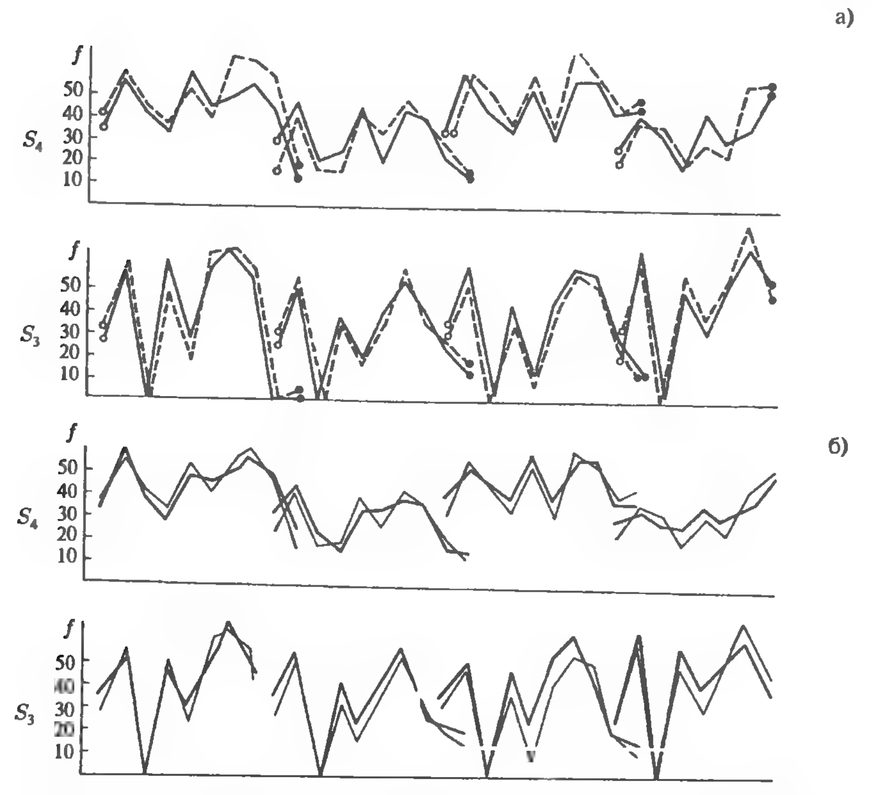


Рис. 15. а) Средняя для группы 200 испытуемых частота выбора подкрепляемых действий в двух циклах программы: жирной линией обозначен выбор подкрепляемых действий в первом цикле, пунктиром — во втором.
б) Средняя частота по двум циклам программы для группы 200 испытуемых (жирная линия) и выбор подкрепляемых действий моделью (тонкая линия)

чески совпадает с выбором действий моделью (тонкая линия), что было подтверждено также при использовании статистических тестов.

Как видно из приведенных графиков, модель удивительно точно воспроизводит не только средние характеристики выбора подкрепляемых действий, но и «тонкую структуру» этого выбора. Изменение частоты выбора подкрепляемых действий моделью точно следует за изменением этой частоты в каждой из ситуаций среды. Статистическая оценка сопоставления выбора действий испытуемыми и моделью подтвердила достоверное их совпадение (Умрюхин Е. А., 1979).

4.3. Возможности оптимизации обучения на основе модели — детектора системной организации психических функций

Приведенные выше результаты исследования обучения человека с помощью прибора «Адаптрон» показывают, что даже у взрослого человека в определенных условиях проявляется возможность интуитивного, неосознаваемого приобретения нового опыта. На возможность и важность неосознаваемого обучения взрослого человека указывают также результаты некоторых других экспериментальных работ (Berry D., Broadbent D., 1984; Squire L. R., Knowlton B., Musen G., 1993).

Одним из условий обучения на неосознаваемом уровне является сложность, многовариативность среды. В этом случае сознательная деятельность ограничивается объемом одновременной сферы внимания. Именно многовариативность вероятностной среды, реализованной с помощью прибора «Адаптрон», обусловила реализацию процесса обучения на неосознаваемом уровне.

Другим условием, определяющим целесообразность обучения на неосознаваемом уровне, может быть быстрое сочетание компонентов действий в формируемой при обучении программе действий. Известно, что осознание отдельных стимулов или реакций требует довольно большого времени — более 0,4–0,5 секунд на отдельную единицу информации (Иваницкий М. А. и др., 1984; Libet, 1997). Поэтому усвоение сочетаний быстрых движений с помощью их разложения на отдельные осознаваемые компоненты может быть нецелесообразным вследствие трудности соединения этих компонент в целостный образ. Обучение таким движениям естественным образом происходит с помощью неосознаваемых процессов.

Приобретаемый опыт, т. е. построение структур памяти, отражающих опыт обучения, определяется заложенными в модели аналогиями генетических механизмов — структурами А и Б — и конкретными траекториями поведения. Для обозначения процесса приобретения опыта в указанном выше смысле нами используется термин «обучение». При этом «учителем» при обучении является среда в широком смысле (включая, собственно, учителя как частный случай). Точнее, учителем является получаемый во взаимодействии со средой результат, удовлетворяющий запрограммированную генетически или сформированную ранее потребность.

Таким образом, употребляя термин «обучение», мы явно подразумеваем, что определяющим фактором в любом обучении является получение результатов, программируемых и предвидимых в мозге для удовлетворения потребностей. Обучение, т. е. приобретаемый опыт, фиксируемый в следах памяти, определяется на каждом этапе жизни организма возможностями, связанными с созревшими, генетически заложенными структурами и с приобретенным ранее опытом. Первичные потребности,

запрограммированные генетически, и строящаяся по мере взаимодействия со средой иерархическая структура вторичных потребностей определяют потребные результаты. Получение намеченных результатов либо рассогласование с ними во всех случаях определяет приобретение нового опыта с учетом структурных и функциональных возможностей созревающего мозга. Это приобретение опыта, проявляющееся в построении новых перцептивных элементов в структурах мозга и в изменении проводимостей связей между ними, мы и обозначаем термином «обучение».

Исходя из представленных в модели механизмов можно выделить следующие аспекты обучения:

а) Формирование перцептивных элементов и связей между ними в субсистеме А. Во времени этот тип обучения является наиболее ранним. Поэтому мы обозначим этот тип обучения как первичное обучение.

б) Формирование перцептивных элементов и связей между ними в субсистеме Б. Этот процесс начинается после того как, в основном, субсистема уже А построена и возникают условия для формирования элементов верхнего уровня субсистемы Б. Этот аспект обучения назовем сознательным обучением.

в) Формирование перцептивных элементов и связей между ними в субсистеме А, отражающих многократно повторяющиеся траектории активности субсистемы Б. Этот процесс обозначим как вторичное обучение.

г) И первичное, и вторичное обучение связаны с формированием перцептивных элементов в субсистеме А. Поэтому, объединяя оба эти типа обучения выделим в качестве отдельного аспекта формирование перцептивных элементов в субсистеме А, который будем называть перцептивным обучением.

д) Другой отдельный аспект в построении связей в субсистеме А — это формирование связей α между перцептивными элементами — связей, обуславливающих возможность построения цепочек кодов, отображающих последовательность сигналов и действий в траекториях достижения результатов. Назовем этом аспект обучения последовательным обучением.

е) В нашей трактовке процессов обучения важно различать, происходит ли обучение за счет образования связей на одном уровне иерархии, или же в процесс обучения одновременно вовлекается много уровней с образованием связей β. Поэтому будем различать многоуровневое и одноуровневое обучение. Очевидно, многоуровневое обучение гораздо сложнее, чем одноуровневое, даже если оно происходит в субсистеме Б. Одноуровневое же обучение происходит сравнительно просто и быстро даже в субсистеме А.

Проиллюстрируем предложенную схему видов обучения примерами.

Рассмотрим сначала формирование связей в субсистеме А, которое хронологически предшествует построению субсистемы Б. Обучение, связанное с построением перцептивных элементов и связей между ними в субсистеме А, соответствует обучению человека, начиная с возраста младенца (и более раннего), и относится, по нашей классификации, к первичному обучению.

Основой этого обучения (обычно называемого развитием) являются первичные потребности, сформированные генетически, а также внутренней средой в утробе матери. Получение результатов, удовлетворяющих эти первичные потребности (пища, тепло, безопасность, умеренная новизна среды), выражаясь в терминах аналогии с моделью, формирует перцептивные элементы и их цепочки на самых глубоких уровнях субсистемы А. Это соответствует формированию элементов памяти, соответствующих вторичным потребностям и мотивационным элементам более высоких уровней иерархии.

Одновременно, в обучение вовлекаются самые верхние уровни иерархии субсистемы А. На верхних уровнях иерархии в начале обучения, на основе генетически заложенных структур формируются первичные перцептивные элементы, которые программируют активность мотонейронного пула и чувствительность рецепторов для получения воспроизводимых промежуточных результатов в среде. Подкрепляются те траектории внутренней активности, которые обуславливают получение воспроизводимых, повторяющихся и, следовательно, предсказуемых на нижележащем уровне результатов.

В обучении и формировании элементов памяти верхних уровней субсистемы А важнейшую роль играет многократное повторение одних и тех же зрительных, осязательных, двигательных и других образов. Случайные вначале, связи между существующими и генетически сформированными элементами заменяются связями, воспроизводящими закономерности в среде в результате многократных проб и ошибок предвидения и получения предвидимых результатов.

Начальное формирование элементов и связей в субсистеме А происходит медленно, путем проб и ошибок. Целесообразность медленного формирования связей в условиях многовариативной среды обусловлена тем, что такое медленное обучение способствует более надежному извлечению информации о вероятностных свойствах такой среды.

После выделения устойчивых, воспроизводимых образов во внешней среде, завершающегося формированием в субсистеме А сложных перцептивных элементов с включением средних уровней иерархии, начинается формирование субсистемы Б. В субсистеме Б происходит быстрое построение новых связей между элементами, отражающими коды средних уровней субсистемы А. Субсистема Б, как ясно из описания модели, воспроизводит аналогию функции сознания.

Обучение в субсистеме А продолжается и после того, как оказывается сформированной субсистема Б. В этом более позднем обучении мы выделили вторичное обучение. Вторичное обучение происходит

при взаимодействии субсистемы А с субсистемой Б. Вторичное обучение проявляется в автоматизации деятельности, определяемой вначале субсистемой Б. Субсистема Б функционирует на основе кодов, представленных в перцептивных элементах субсистемы А. Связи в субсистеме Б, т. е. комбинации кодов, в том числе абстракции и логические сочетания этих кодов, формируются быстро. Многократное осуществление поведенческих или мыслительных актов с получением полезных результатов воспринимается субсистемой А. Повторяющиеся траектории поведения, в том числе и активность субсистемы Б, запоминается во вновь формирующихся перцептивных элементах субсистемы А и связях между ними.

Это обуславливает запоминание многократно повторяющейся активности элементов субсистемы Б в субсистеме А, автоматизацию соответствующих мыслительных и поведенческих актов и последующее их воспроизведение с осознанием только конечного результата. Таким образом, вторичное обучение, протекающее в субсистеме А — это процесс, который обычно рассматривается в психологии как процесс перехода от осознанного осуществления какой-то деятельности к постепенному осознанию только отдельных операций и последующего перехода к осознанию только конечного результата.

Из изложенного следует, что в нашем подходе к анализу и представлению процессов обучения человека с помощью модели мы учитываем наличие вторичного обучения. В согласии с существующими в психологии представлениями мы считаем его важной и часто ведущей формой обучения у человека, у которого сознательная субсистема Б сформирована. Однако с точки зрения оптимизации обучения мы будем рассматривать и анализировать в первую очередь первичное обучение. Именно этот вид обучения до настоящего времени оставался в тени, а часто просто не учитывался.

Важно отметить, что первичное обучение продолжается и после того, как была сформирована и включилась в работу субсистема Б. Первичное обучение связано с формированием в субсистеме А новых перцептивных элементов и связей между ними, отвечающих новым траекториям поведения во внешней среде, не встречавшимся ранее.

У взрослого человека первичное перцептивное обучение происходит при усвоении сложных двигательных навыков, требующих обработки многомерной информации. Процесс формирования нового сложного перцептивного образа имеет место при обучении игре на музыкальных инструментах, езде на автомашине, при выработке сложных спортивных навыков, например, обучении игре в теннис, и в других случаях. Важно отметить, что формирование нового перцептивного элемента в субсистеме А может потребовать многократного воспроизведения правильного сочетания отдельных признаков, входящих в его структуру. В реальных ситуациях, вследствие многомерности признаков, и вероятностного характера их воспроизводимости, а также существенной

принципиальной зависимости от предшествующего опыта обучающегося индивидуума процесс формирования нового перцептивного элемента в субсистеме А может потребовать длительного времени и специального внимания. Но после его успешного завершения дальнейшее усвоение программ поведения, включающих новый перцептивный элемент, может быть быстрым и легким.

Как было показано при рассмотрении модели, образование и изменение следов памяти в субсистеме А происходит сравнительно медленно. Благодаря этому, возможен отбор для запоминания наиболее часто повторяющихся и достоверных событий в условиях многовариативной и вероятностной среды. Именно с такой средой сталкивается человек, например, при обучении новым спортивным навыкам: игре в теннис, катании на горных лыжах и другим навыкам. Тренер пробует выделить в таком обучении некоторые опорные точки, говорит обучающемуся о промежуточных позах и т. д. Но пока у обучающегося не сформированы в субсистеме А перцептивные элементы, соответствующие промежуточным результатам, получаемым при выполнении движений в быстром темпе, сознательное следование советам тренера зачастую оказывается бесполезным или даже вредит обучению. Эффективным обучение становится только когда достигается успех на конечном этапе и подкрепляется цепочка элементов, соответствующих промежуточным результатам на следующем уровне. Затем достижение каждого из этих промежуточных результатов становится подкреплением для образования следов памяти на более высоком уровне. Так происходит формирование сложного многоуровневого перцептивного элемента, соответствующего достижению важного этапного результата в сложном двигательном навыке.

Учет такого начального этапа и его специфики может существенно помочь в оптимизации обучения. Специфика этого этапа связана, прежде всего, с неосознанным интуитивным выбором траекторий поведения, а также с относительно медленным формированием следов памяти в субсистеме А. Это требует многократного повторения успешных попыток достижения конечных и этапных результатов.

Отсутствие внимания к описанному выше интуитивному начальному периоду обучения обуславливает то, что предписание к усвоению сложных двигательных навыков в виде сознательного плана, определяющего, как нужно что-то делать, является типичным не только для теоретического анализа этих видов обучения, но и для практических руководств. Например, Стоунс Э. (1984) пишет, как нужно обучать школьников ловить мяч: а) расставить соответствующим образом ладони поднятых рук; б) совершить наклон корпуса в сторону полета мяча и т. д.

Ни слова при этом нет о том, к какому ощущению ученик должен стремиться, ловя мяч. Можно подумать, что конечный результат — поймать мяч — это очевидный результат. Но это конечный результат, и его нужно достичь через ряд промежуточных. Таким промежуточным

17 Зак. 282

может быть, например, ощущение захвата мяча сразу всеми пальцами или ощущение мягкости, эластичности захвата, отсутствия отскока мяча от пальцев и т. п.

Намечаемые промежуточные результаты должны формулироваться так, чтобы при выполнении реального двигательного акта ученик легко отличал успех от неудачи, а еще лучше, испытывал ощущение, показывающее степень успеха. При этом желательно найти такой способ разбиения всего двигательного акта на этапы, чтобы надежное получение каждого из этапных результатов могло реализоваться при обучении с помощью нескольких попыток — лучше всего двух–трех.

Изложенный принцип оптимизации обучения двигательному навыку можно кратко сформулировать следующим образом. Траектория поведения, которая должна обеспечить получение определенного конечного результата разбивается на этапы. Эти этапы определяются промежуточными результатами. Этапные результаты выбираются таким образом, чтобы их достижение обеспечивало получение конечного результата и чтобы ученик при выполнении траектории поведения или ее части мог ощутить успешность получения каждого из этапных результатов непосредственно при его получении.

Можно отметить отличие сформулированного принципа от трактовки понятия обратной связи, использующегося в руководствах по обучению навыкам (Стоунс Э., 1984). Под обратной связью обычно понимается сознательная информация, сообщаемая тем или иным способом ученику об успешности получения им конечного результата. При этом упускается из виду временной параметр, обуславливающий эффективность обратной связи.

В нашей трактовке ощущения успешности или неуспешности этапа в двигательной траектории подразумевается, что сигнал успешности непосредственно подкрепляет правильные элементы памяти в субсистеме А сразу же после их срабатывания в соответствии с изложенной моделью. По сути своей, этот сигнал успешности представляет собой обратную афферентацию от действий, совершенных для достижения этапного или конечного результата.

Обратная связь (в ее обычной трактовке) от получения конечного результата реализуется не через собственные сопровождающие действие ощущения ученика, а через внешнюю среду. Такая обратная связь, как правило, осуществляется с существенным запозданием по отношению к реализации траектории поведения. Она проходит через сознательное восприятие успеха или неуспеха, т. е. через субсистему Б. Следовательно, по времени она запаздывает по отношению к совершенным движениям и поэтому не может закрепить нужные элементы памяти в субсистеме А.

Опытные тренеры учат сложным двигательным навыкам, ориентируя ученика на достигаемые в процессе выполнения движений результаты и их успешное получение. Дети, ориентируясь на достигаемые

результаты, часто весьма успешно обучаются тонким спортивным навыкам без всякого руководства со стороны тренеров или пренебрегая этим руководством. Для детей это проще, чем для взрослых, поскольку привычка сначала думать, осмысливать, осознавать, а потом делать, у них только начинает формироваться.

Огромную роль при этом играет врожденная и широко распространенная в животном мире способность к неосознанному подражанию, которую в рамках нашей модели также можно представить, как формирование перцептивных элементов в субсистеме А. Субсистема А при этом эффективно включается в обучение без ненужных помех со стороны сознательно формируемых «планов» действий.

До сих пор шла речь о приобретении человеком новых сложных двигательных навыков. Однако явный учет сравнительно медленных процессов формирования новых перцептивных элементов в субсистеме А может оказать существенную помощь и в других видах обучения человека. Рассмотрим в качестве другого крайнего примера такую область деятельности человека, как овладение новой для него математической или физической теорией.

Как правило, изучаемая теория использует какие-то символы, обозначения, а также сокращенные свернутые приемы рассуждений и вывода следствий. Иногда усвоение символов и обозначений становятся тормозом при обучении из-за непонимания или неправильного понимания их смысла, то есть связи с другими символами или реальным миром. А еще чаще возникает трудность, связанная с восприятием новых символов и их различением. При изложении элементарных математических формулировок человека, мало знакомого с математикой, пугает сам вид интегралов, обозначений сумм и других символов. Стоит только «приучить» человека к ним, т. е. сформировать у него соответствующие перцептивные элементы в субсистеме А, и изложение математической теории становится для него доступным. Этого можно легко достичь многократной (3–5 раз) тренировкой восприятия и различения этих символов, вначале даже без особой расшифровки их смысла. А смысл также гораздо быстрее усваивается путем простейших многократных упражнений с использованием этих символов в преобразованиях и выводах.

Возьмем в качестве примера тензорный анализ или квантовую электродинамику. Когда человек, даже знающий высшую математику, начинает знакомиться с подобной теорией, он, прочитав несколько страниц учебника, теряется в новых символах и формулах. Желание понять суть теории разбивается о многообразие новых понятий. Прогресс может стать сравнительно быстрым, если специально уделить несколько дней упражнениям с новыми символами, терминами и формулами. Нужно научиться играть в них так же, как человек учиться играть в теннис или кататься на горных лыжах. Различие заключается, возможно, только в том, что игра с символами, если ее правильно построить, гораздо проще. После

многократных простейших упражнений, имеющих целью формирование новых перцептивных элементов в субсистеме А, отвечающих новым символам и понятиям, человек привыкает к ним, они начинают восприниматься автоматически, неосознанно. Процесс сознательного усвоения смысла новой науки становится легким и естественным.

Возможно, самые абстрактные области математики, такие, например, как теория групп, тензорный анализ и другие стали бы намного доступнее и понятны более широкому кругу лиц, если использовать при их изложении приемы тренировки навыков различения символов и правил манипулирования ими вначале без привязки к точному их смыслу в общей системе. После этого, быстро и сравнительно легко может быть усвоена смысловая часть теории, которая, по-видимому, в любой самой абстрактной области знаний, в сущности, проста, так как опирается на быстродействующую субсистему Б.

Мы подробно рассмотрели два выделенных нами аспекта обучения — первичное обучение и вторичное обучение, связанные с формированием перцептивных элементов в субсистеме А. Эти типы обучения иногда требуют большого времени и являются наиболее сложными с точки зрения четкого описания последовательности их этапов и их механизмов.

4.3.1. Аналогии между процессами взаимодействия субсистем А и Б при обучении и некоторыми известными видами обучения и памяти

В известных классификациях видов обучения различают ассоциативное и интеллектуальное обучение, рефлекторное и интеллектуальное, сенсорное и моторное научение, научение навыкам, действиям и другие (Шадриков В.Д., 1996; Ительсон Л.Б., 1970). В последнее время в качестве видов обучения и формирующейся при этом памяти выделены декларативная и процедурная память (Squire L. R., 1994), эксплицитная и имплицитная память (Schacter D. L., 1987), долговременная и кратковременная память (Tulving E., 1991; Bower G. H., 1977), рабочая память — working memory (Courtney S. M. et al., 1997; Cohen J. D., Perlstein W. M. et al., 1997; Wickelgren I., 1997). В декларативной памяти выделяется память событий (episodic memory) и семантическая память (Squire L.R., Knowlton B., Musen G., 1993) и другие виды памяти (Weiskrantz L., 1990; Солсо Р.Л., 1996). В большинстве исследований разделение типов обучения и памяти основано главным образом на содержании экспериментальной ситуации, и способе анализа данных, используемых при изучении соответствующего феномена памяти или обучения.

Можно усмотреть определенную аналогию процессов обучения, относимых в модели к субсистемам А и Б, и выделением видов памяти, опирающихся на осознаваемые и неосознаваемые процессы. Так, виды памяти: декларативная, эксплицитная, семантическая, рабочая (working memory) и другие подобные — очевидным образом связываются в нашей схеме с работой субсистемы Б, а такие виды памяти, как процедурная, имплицитная — с работой субсистемы А. В конкретных экспериментальных ситуациях может явно или неявно проявляться работа обеих субсистем: и А и Б. Учет их взаимодействия может существенно повлиять на интерпретацию видов памяти и обучения, изучаемых в конкретном эксперименте.

Если мы рассматриваем субсистему А, то для нее субсистема Б тоже является частью внешней среды. Аналогично, для субсистемы Б, частью среды является субсистема А. Во взаимодействии мозга со средой формирование программ действий, это фактически, формирование перцептивных элементов, отражающих внешнюю и внутреннюю среду организма в виде активности мотонейронов, проприоцепторов и других рецепторов, сигнализирующих состояние органов движения. В этом смысле двигательная система организма — мышцы, конечности и т. д. — является для субсистемы А внешней средой.

В модели легко просматривается принцип, согласно которому предвидение будущих результатов может осуществляться в цепочках перцептивных элементов нижних уровней памяти, которые одновременно охватывают и двигательную и сенсорную сферу. Разделение на сенсорные и двигательные ветви при этом происходит на верхних уровнях иерархии.

Таким образом, в модели образование новых перцептивных элементов — перцептивное обучение — это одновременно и сенсорное и моторное обучение в обычном их понимании. При этом в анализе реального обучения акцент ставится не на разделение сенсорного восприятия внешней среды и не на формирование определенной двигательной траектории, а на достигаемый потребный результат. Как уже неоднократно сказано, необходимый для удовлетворения потребности предвидимый на каждом этапе результат играет определяющую роль в обучении. Этот результат всякий раз кодируется в перцептивном элементе на определенном уровне иерархии.

При обучении конкретной сложной траектории поведения на одном этапе может доминировать сенсорная афферентация, на следующем двигательная, поступающая от органов движения, и во всех случаях должен быть сформированы соответствующие этим этапам перцептивные элементы для успешного обучения траектории поведения.

Таким образом, в нашем понимании «формирование перцептивных элементов» -- это не сенсорное научение и не моторное научение, не условно-рефлекторное научение и не образное научение, и не другие виды научения в традиционных трактовках. В процессе формирования перцептивных элементов в субсистеме А во взаимодействии с внешней и внутренней средой происходит соединение связями элементов памяти, кодирующих этапные результаты для достижения конечных результатов.

Можно также провести параллель и разграничение между традиционным разделением на условно-рефлекторное и когнитивное обучение и нашим разделением на процессы усвоения опыта в субсистеме А и Б. Мы уже упоминали о том, что при выделении сенсорного и моторного обучения исходят главным образом из внешнего критерия — характера взаимодействия человека с окружающей средой. Аналогично, традиционное разделение на условно-рефлекторное научение и когнитивное связано больше всего с характеристиками усваиваемого материала и способами его усвоения взрослым человеком. При этом процессы, разворачивающиеся в мозге при обучении, остаются как бы в тени. При анализе когнитивных форм научения обращают, прежде всего, внимание на осознаваемые человеком правила и способы обработки информации, на сознательные тактики и стратегии, применяемые при запоминании, заучивании и понимании материала, на стадии, этапы процессов обработки информации, которые могут быть выделены в конкретных экспериментальных условиях. То, что при этом работают обе субсистемы (и А, и Б) часто остается вне сферы внимания исследователя.

Таким образом, рассматривая аспекты когнитивного научения в его традиционном понимании, с нашей точки зрения, необходимо учитывать, что практически в любом таком научении определенную и иногда большую роль играют неосознаваемые механизмы. В этих механизмах, в предлагаемой нами модели, можно выделить формирование новых перцептивных элементов в субсистеме А, соответствующих получению этапных результатов. При таком подходе к анализу конкретных процессов обучения акцент переносится с умственных осознаваемых стратегий и тактик обучения на взаимодействие субсистем А и Б и выделение в этом взаимодействии уровней иерархии, соответствующих протекающим процессам обучения. Необходимо также обратить внимание на анализ наиболее трудных стадий в обучении, требующих формирования новых перцептивных элементов в субсистеме А и установления связей между ними. Эти связи позволяют предвидеть будущие потребные результаты и на сознательном (в субсистеме Б), и на неосознанном (в субсистеме А) уровнях.

4.4. Заключение

Предлагаемая модель системной архитектоники функций мозга, основанная на теории функциональных систем П. К. Анохина — К. В. Судакова, воспроизводит важнейшие функции мозга — целеполагание, предвидение будущих потребных результатов, обучение в условиях сложной вероятностной среды, формирование автоматизированных неосознаваемых программ действий и установок, а также осознанную рефлексию, мышление, сознательное планирование будущих результатов.

Предлагаемая модель существенно отличается от многих других моделей механизмов мозга (Massaro D. W., 1993) двумя главными особенностями. Первая особенность — модель воспроизводит самые разные уровни функций мозга, начиная от простейших двигательных актов и кончая сознательными мыслительными творческими процессами. Вторая особенность нашей модели заключается в том, что она представлена в виде операциональной схемы, т. е. схемы, которую можно реализовать в виде работающего устройства.

Большинство известных нам моделей посвящены либо воспроизведению в виде конкретных схем частных механизмов и функций мозга для узких условий их работы, либо описанию функций целого мозга, но, главным образом, в виде общих словесных схем, не претендующих на возможность воспроизведения их в виде конкретных устройств.

Механизм «сознания», принятый в модели, отличается от других представлений о способах реализации сознательной деятельности человека (Иваницкий А. М., 1997; Сергин В. Я., 1998; Патнэм X., 1999 и др.). В других работах подразумевается, что сознательные и неосознаваемые процессы реализуются одной и той же системой мозга, а осознание является только некоторой особой формой реализации мозгового процесса, например повторным входом информации в мозг (Иваницкий А. М., 1997; Сергин В. Я., 1998).

В нашей модели важную роль играет разделение ее на субсистемы А и Б. Это соответствует в известной степени принципу первой и второй сигнальных систем И. П. Павлова. В модели, однако, субсистема Б выделяется не только по принципу знаковой и речевой деятельности. Субсистема А взаимодействует непосредственно с внешней и внутренней средой организма, а субсистема Б взаимодействует с субсистемой А. Важным критерием разделения на субсистемы А и Б в модели является различная скорость обучения, образования новых связей в двух субсистемах. Можно полагать, что при медленном обучении в субсистеме А может быть обеспечено накопление информации в вероятностной среде для выделения в ней более вероятных и достоверных событий, обеспечивающих получение необходимых организму результатов.

Сознательная субсистема Б опирается на уже выделенные в субсистеме А коды хорошо воспроизводимых событий, и поэтому в ней стало возможным осознанное быстрое обучение, использующее развившиеся вместе с цивилизацией методы образования.

В последнее время появились общие схемы иерархической организации взаимодействующих структур мозга (Grigsby J., Schneiders J. L., 1991; Fuster J. M., 1990) и модели, построенные на основе представлений об иерархии функций мозга (Albus J. S., 1984; Ambrose-Ingerson J., Granger R., Lynch C., 1995). Эти схемы имеют некоторое общее сходство с нашей схемой, основанной на иерархии результатов (Умрюхин Е. А., 1969, 1982).

Иерархия функциональных систем, основанная на иерархии результатов, позволяет также представить возможное решение интересного вопроса, связанного с соотношением объема мозга и его информационными возможностями. Мозг человека по объему всего в 1,5–2 раза превышает мозг обезьяны и в 3–5 раз — мозг собаки. Информационные же возможности мозга человека при таком увеличении его массы выросли в несоизмеримо большем отношении. В вычислительной технике ничего подобного не наблюдается. За последние 30 лет вычислительные мощности ЭВМ и во временной шкале, и в объеме памяти выросли в $10^6 - 10^8$ раз. Однако принципиального отличия решаемых сейчас на ЭВМ задач от тех, которые решались 30 лет назад или планировались тогда, пока нет. Это обусловлено тем, что обработка информации в ЭВМ основана на принципе последовательной двоичной логики. Поэтому вычислительные возможности ЭВМ растут практически линейно с увеличением ее мощности. В мозге же, благодаря иерархии результатов, информационная мощность увеличивается экспоненциально с увеличением числа уровней иерархии (Умрюхин Е. А., 1974). Кроме того развитие вторичного отражения деятельности субсистемы А в субсистеме Б — развитие сознания — создает принципиально новые возможности информационной системы, к которым в вычислительной технике пока не обращались.

Выделение двух субсистем, А и Б, в модели позволяет гипотетически наметить решение некоторых принципиальных вопросов давно волнующих ученых. Работа субсистемы А определяется мотивациями, формирующимися биологическими первичными и вторичными потребностями. В деятельности субсистемы Б принципиальную роль играет возбуждение, направляемое из структур, интегрально отражающих представление о собственной личности, личных планах и социально обусловленных потребностях. Очевидно, легко представить себе диссоциацию, разлад в деятельности двух субсистем и все вытекающие отсюда механизмы взаимодействия осознаваемых и неосознаваемых психических процессов. В ряде недавних работ, анализируя причины нарушения работы мозга, например, при шизофрении, авторы указывают как на весьма вероятную причину этих нарушений на разобщение подсознательной и сознательной сферы регуляции деятельности мозга (Andreasen N. C., 1997; Frith C. D., 1992). Можно легко предположить, что в модели можно было бы воспроизвести целый ряд подобных симптомов, реализовав их путем нарушения связей между субсистемами А и Б. В модели можно представить волевые процессы, как преобладание влияния на выбор траектории поведения субсистемы Б над субсистемой А.

Модель позволяет также представить реализацию поисковых траекторий поведения, в частности, мыслительных процессов, которые разворачиваются без конкретного представления будущего результата (Брушлинский, 1996). Такие процессы, как правило, реализуются в условиях неисследованной рзнее среды. Потребность и необходимый для ее удовлетворения результат в модели реализуется на глубоком уровне иерархии и может осознаваться или не осознаваться. Поисковая деятельность, реализующаяся с участием более высоких уровней иерархии в условиях новой среды, может не иметь конкретных целей и параметров результатов, заданных на верхних уровнях иерархии. Определяющая успешность такой деятельности, санкционирующая (по П. К. Анохину) афферентация при этом определяется более глубокими уровнями иерархии.

С помощью модели можно представить также конкретные механизмы участия обратной связи в регуляции поведения. Эти вопросы неоднократно обсуждались кибернетиками и психологами с П. К. Анохиным при его жизни и обсуждаются до сих пор. Высказывается мнение, что в теории функциональных систем отсутствует представление о регулировании по возмущению, т. е. что в этом смысле обратная связь по отклонению заданной величины от нормы является обязательным атрибутом организации поведенческого акта.

В модели легко представить отражение в элементах памяти, событий, которые предвещают отклонение от нормы существенных переменных. В иерархических взаимодействующих слоях памяти такие элементы расположены на более высоких уровнях по сравнению с элементами, отражающими состояние существенных переменных. В случае исследованной заранее и поэтому предсказуемой среды первичные потребности могут при этом удовлетворяться заранее до момента их реального возникновения при определенных условиях во внутренней и внешней среде, отражаемых в элементах памяти верхних уровней. Эти элементы памяти верхних уровней при этом формируют вторичные, третичные и т. д. мотивации, которые обеспечивают поведение, аналогичное «регулированию по возмущению».

Схема предлагаемой нами модели, безусловно, является упрощенной, особенно в определенных аспектах, касающихся конкретной реализации частных механизмов. Тем не менее, объединение в ней представлений о физиологических механизмах мозга и информационных механизмах сложного поведения и обучения в вероятностной среде дает возможность реально оценивать системные механизмы психических функций человека.

Литература

1. *Александров Ю. И.* Макроструктура деятельности и иерархия функциональных систем // Психол. журн. 1995. Т. 16. № 1. С. 26–30.
2. *Анохин П. К.* Проблема принятия решения в психологии и физиологии // Вопросы психологии. 1974. № 4. С. 21–29.
3. *Бойко Е. И.* Время реакции человека. М.: Медицина, 1964.
4. *Бойко Е. И.* Механизмы умственной деятельности. М.: Педагогика, 1976.

47. *Ambrose-Ingerson J., Granger R., Lynch C.* Simulation of Paleocortex perfoms hierarchical clustering // Science. 1996. Vol. 247. № 4948. P. 1344–48.
48. *Andreasen N. C.* Linking mind and brain in the study of mental illnesses: a project for a scientific psychopathology // Science. 1997. Vol. 275. P. 1586–1592.
49. *Atkinson R. C., Shiffrin R. M.* Human memory: a proposed system and its control processes // The psychology of learning and motivation: Anvances in research and theory. Vol. 2. N.Y.: Acad. press, 1968. P. 89–195.
50. *Baddeley A. and Della S. Sala.* Working memory and Executive control // Phil. Trans. of the Roy. Soc. of Lond. 1996. Vol. 351. P. 1397.
51. *Bernstein A. S.* The orienting response as novelty and aignificance detector. Reply to O'Gorman // Psychophysiology. 1979. Vol. 16. № 3. P. 263–273.
52. *Berry D., Broadbent D.* On the relatioship betweentask performance and associated verbalizable knowledge // Q. J. Exp. Psychol. 1984. Vol. 36 A. P. 209–31.
53. *Boucsein W.* Electrodermal activity. Plenum Pr. N.Y.—London, 1992. 442 p.
54. *Bower G. H.* (Ed.). Human memory: basic processes. N.Y.: Acad. press, 1977.
55. *Carriero N. J.* The effects of paced tapping on heart rate, skin conductance and muscle potential // Psychophysiology. 1975. Vol. 12. № 2. P. 130–135.
56. *Cohen J. D., Perlstein W. M. et al.* Temporal dynamics of brain activation during a working memory task // Nature. 1997. Vol. 386. P. 604–608.
57. *Courtney S. M. et al.* Transient and sustained activity in a distributed neural system for human working memory // Nature. 1997. Vol. 386. P. 608–611.
58. *Ettema J. H., Zielhius R. L.* Physiological parameters of mental load // Ergonomics. 1971. Vol. 14. № 1. P. 137–144.
59. *Frith C. D.* The cognitive neuropsychology of schizophrenia. Erlbaum, East Sussex, UK, 1992.
60. *Fuster J. M.* Prefrontal cortex and the bridging of temporal gaps in the pereeption — action cycle // Ann. N. J. Acad. Sci. 1990. Vol. 608. P. 318–336.
61. *Grigsby J., Schneiders J. L.* Neuroscience, modularity and personality theory: conceptual foundations of a model of complex human functioning // Psychiatry. 1991. Vol. 54. P. 21–54.
62. *Heslegrave R. J., Furedy J. J.* Sensitivities of HR and T-wave amplitude for detecting cognitive and anticipatory stress // Physiol. and behav. 1967. Vol. 22. № 1. P. 17–23.
63. *Libet B.* Conscious versus neural time // Nature. 1991. Vol. 352. P. 27.
64. *Luczak H.* Fractional heart rate variability. P. I. Analysis in a model of the cardiovascular and cardiorespiratory system // Ergonomics. 1978. Vol. 21. № 11. P. 895–911.
65. *Manuck S. B., Schaffer D. C.* Stability of individual differences in cardiovascular reactivity // Physiol. and behav. 1978. Vol. 21. № 4. P. 675–678.
66. *Massaro D. W.* Information processing models: Microscopes of the Mind // Annual review of psychology. 1993. Vol. 44. P. 383–420.
67. *Milosevic S.* Changes in detection measures and skin resistance during an auditory vigilance task // Ergonomics. 1975. Vol. 18. № 1. P. 1.
68. *Murdock B. B.* Item and order information in short-term serial memory // J. of exp. psychol. General. 1976. Vol. 105. № 2. P. 191–216.
69. *O'Gorman J.* The orienting reflex — novelty or significance defector? // Psychophysiology. 1979. Vol. 16. № 3. P. 253–262.
70. *Schacter D.L.* 1987. Implicit memory: history and current status // J. Exp.Psychol.: Learn. Mem. Cogn. 1987. Vol. 13. P. 501–518.

71. *Shneider W., Shiffrin R. M.* Controlled and automatic human information processing: I. Detection search and attention // Psychol. rev. 1977. P. 1–66.
72. *Squire L. R., Knowlton B., Musen G.* The structure and organization of memory // Annual review of psychology. Vol. 44. 1993. P. 453–486.
73. *Squire L. R.* Declarative and nondeclarative memory: multiple brain systems supporting learning and memory // Memory systems 1994. London: Bradford Book, 1994.
74. *Theios J.* Commentary on «Reaction time measurements in the study of memory processes: theoryand data» // Human memory. Basic processes. N.Y.: Acad. press, 1977. P. 243–296.
75. *Tulving E.* Concepts in human memory // Memory: Organization and Locus of Change / Ed. L. R. Squire, N. M. Weinberger, G. Lynch, J. L. McGaugh. N. Y.: Oxford Univ. Press, 1991. P. 3–32.
76. *Weiskrantz L.* Problems of learning and memory: one or miltiple memory systems // Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1990. B. 329. P. 99–108.
77. *Wickelgren I.* Getting a grasp on working memory // Science. 1997. Vol. 275. № 5306. P. 1580–1582.

Оглавление